

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Теплоенергетичний факультет

Кафедра теоретичної і промислової теплотехніки

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Г.Б.Варламов
(підпис)

“ ” _____ 2019 р.

**Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра**

з напрямку підготовки 6.050601 Теплоенергетика (спеціальності 144 Теплоенергетика)

на тему: «Тепловиробництво з нетрадиційних джерел енергії на заводі «Енергія»
м. Київ»

Виконав (-ла): студент (-ка) IV курсу, групи ТП - 51

_____ Колесніков Олексій Едуардович
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник _____ Варламов Генадій Борисович
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант з охорони праці доцент, к. т. н. Каштанов С.Ф.
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет Теплоенергетичний
Кафедра Теоретичної і промислової теплотехніки
Рівень вищої освіти - перший (бакалаврський)
Напрямок підготовки 6.050601 «Теплоенергетика»
(Спеціальність 144 «Теплоенергетика»)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Г.Б.Варламов
(підпис)
« ____ » _____ 2019р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту**

Колеснікову Олексію Едуардовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Тепловиробництво з нетрадиційних джерел енергії на заводі «Енергія»
м. Київ

керівник проекту Варламов Геннадій Борисович проф., д.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « ____ » _____ 2019 р. № ____

2. Термін подання студентом проекту 18.06.2019 р.

3. Вихідні дані до проекту Теплова потужність заводу «Енергія» становить 104
Гкал/год, 4 парових сміттєспалювальних котлів ЧКД «Дукла», теплова
потужність бойлерної №1 – 60 Гкал/год.

4. Зміст пояснювальної записки Вступ, опис та характеристики об'єкту
теплопостачання з нетрадиційними джерелами енергії, характеристика
енергетичного обладнання та теплової схеми тепловиробництва,
експериментальні випробування та їх аналіз, висновок, література.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) Теплова схема котельні, компоновка обладнання план, розріз1-1, розріз 2-2.

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
охорона праці	Каштанов С.Ф., доцент		

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Вступ		
2	Опис та характеристики об'єкту теплопостачання з нетрадиційними джерелами енергії		
3	Характеристика енергетичного обладнання та теплової схеми тепловиробництва		
4	Експериментальні випробування та їх аналіз		
5	Висновок		
6	Література		

Студент

(підпис)

Колесніков О.Е.

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

(підпис)

Варламов Г.Б.

(ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект на здобуття ступеня бакалавра на тему: «Тепловиробництво з нетрадиційних джерел енергії на заводі «Енергія», м. Київ»: 86 сторінок, 24 рисунків, 21 таблиць, бібліографічний список – 16 найменувань.

Об'єкт розробки – завод «Енергія».

Мета розробки – проведення теплового повірного розрахунку котлоагрегатів для визначення доцільності застосування ТПВ з різною калорійністю; експериментальний аналіз морфологічного складу ТПВ в м. Києві.

Наведені дані щодо водопостачання, каналізації, систем очистки викидів.

Наведено та проаналізовано технологічну схему процесу тепловиробництва.

Розроблено схему встановлення електрофільтрів для очищення відхідних газів підприємства.

Наведено рішення щодо водопідготовки та водохімічного режиму.

Представлено результати випробувань теплових мереж.

Розроблено та наведено теплову схему тепловиробництва, описано основне енергетичне обладнання.

Розроблено та наведено методику проведення експериментального дослідження морфологічного складу ТПВ.

Наведено алгоритм розрахунку теплоти згоряння ТПВ.

Проаналізовано можливість використання ТПВ в м. Києві без використання традиційного палива (природного газу) для підтримки горіння.

Проведено експериментальні дослідження та зроблено висновки щодо морфологічного складу ТПВ в м. Києві та його теплоти згоряння.

Передбачені заходи з охорони праці.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: альтернативні джерела енергії, тверді побутові відходи, теплота, спалювання сміття, морфологічний склад, теплопостачання, теплота згоряння, екологічне обладнання, електрофільтр, очистка димових газів.

ANNOTATION

Degree project of the first (bachelor's) level of higher education on the theme: " Heat generation from non-traditional energy sources at the "Energia" plant, Kyiv ": 86 pages, 24 figures, 21 tables and bibliography of 16 titles.

The object of development - the plant "Energy".

The purpose of the development is to carry out a thermal calibration of boiler units to determine the expediency of using a solid waste with different caloric content; experimental analysis of the morphological composition of MSW in Kyiv.

Data on water supply, sewage, wastewater treatment systems are given.

The technological scheme of the heat production process is presented and analyzed.

The scheme of installation of electric filters for purification of waste gases of the enterprise is developed.

The decision on water preparation and water chemistry is given.

The results of tests of thermal networks are presented.

The thermal scheme of heat production has been developed and presented, and the basic power equipment is described.

The method of carrying out experimental research of the morphological composition of solid waste is developed and presented.

The algorithm of calculation of heat of combustion of solid waste is given.

The possibility of using SHW in Kyiv without the use of traditional (natural gas) to support combustion is analyzed.

Experimental researches were carried out and conclusions were made regarding the morphological composition of solid waste in Kyiv and its combustion heat.

Occupational safety measures are foreseen.

KEYWORDS: alternative energy sources, solid household waste, heat, garbage incineration, morphological composition, heat supply, heat of combustion, environmental equipment, electrofilter, flue gas cleaning.

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект на соискание степени бакалавра на тему: «Теплопроизводство из нетрадиционных источников энергии на заводе «Энергия», г. Киев»: 86 страниц, 24 рисунков, 21 таблиц, библиографический список - 16 наименований.

Объект разработки - завод «Энергия».

Цель разработки - проведение теплового поверочного расчета котлоагрегатов для определения целесообразности применения ТБО с разной калорийностью; экспериментальный анализ морфологического состава ТБО в г. Киеве.

Приведены данные по водоснабжению, канализации, системе очистки выбросов.

Приведен и проанализирован технологический процесс теплопроизводства.

Разработана схема установки электрофильтров для очистки отходящих газов предприятия.

Приведены решения по водоподготовке и водохимическому режиму.

Представлены результаты испытаний тепловых сетей.

Разработана и приведена тепловая схема теплопроизводства; описано основное энергетическое оборудование.

Разработаны и приведена методика проведения экспериментального исследования морфологического состава ТБО.

Приведен алгоритм расчета теплоты сгорания ТБО.

Проанализирована возможность использования ТБО в г. Киеве без использования традиционного топлива (природного газа) для горения.

Проведены экспериментальные исследования и сделаны выводы относительно морфологического состава ТБО в г. Киеве и теплоты его сгорания.

Предусмотрены мероприятия по охране труда.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: альтернативные источники энергии, твердые бытовые отходы, теплота, сжигание мусора, морфологический состав, теплоснабжения, теплота сгорания, экологическое оборудование, электрофильтр, очистка дымовых газов.

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: «Тепловиробництво нетрадиційних джерел енергії завод «Енергія» в м.Київ

Київ – 2019 року

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, скорочень, термінів.....	9
Вступ.....	11
1 Опис та характеристики об'єкту теплопостачання з нетрадиційними джерелами енергії.....	12
1.1 Загальні відомості про об'єкт.....	12
1.2 Характеристика теплогерел та теплових мереж.....	14
1.3 Приклад впровадження технологій спалювання сміття на європейських котельних	19
2 Характеристика енергетичного обладнання та теплової схеми тепловиробництва.....	31
2.1 Опис енергетичного обладнання та загальні характеристики.....	31
2.2 Алгоритм та методика визначення теплотворної здатності ТПВ.....	34
2.3 Проведення та аналіз практичного визначення теплоти згорання ТП.....	34
3 Технологічні процеси та особливості тепловиробництва.....	41
3.1 Маршрутний опис технологічного процесу.....	41
3.2 Опис основного енергетичного обладнання та його характеристики.....	47
3.3 Обладнання екологічного спрямування.....	50
4 Експериментальні випробування та їх аналіз.....	54
4.1 Опис методики випробувань та аналітичні залежності	54
4.2 Визначення морфологічного складу ТПВ.....	57
4.3 Результати випробувань та висновки.....	63
5 Охорона праці.....	65
5.1 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки праці при експлуатації енергетичного і технологічного устаткування котельні.....	65
5.2 Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії.....	69

					ТП 51 05 051 ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Студент		Колесніков О. Е.			Тепловиробництво з нетрадиційних джерел енергії на заводі «Енергія», м. Київ	Літ.	Арк.
Керівник		Варламов Г. Б.					7
						Аркушів	69
Н.контр						НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», кафедра ТПТ	
Зав.каф.		Варламов Г. Б.					

5.3 Пожежна безпека та профілактика.....	72
Висновки.....	75
Перелік посилань.....	76
Додато А. Звіт про проходження перевірки на академічний плагіат.....	78

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

Умовні позначення

Q – тепловий потік;
 k – коефіцієнт теплопередачі;
 F – площа поверхні;
 Δt – температурний перепад;
 t – температура;
 L – довжина;
 V – об'єм;
 n_o – тривалість опалювального періоду;
 G – витрата;
 m – кратність повітрообміну;
 ρ – густина;
 C – теплоємність;
 z_v – продовжуваність роботи вентиляції за добу;
 g – витрата гарячої води одним водорозбірним приладом;
 α – безрозмірна величина;
 β – коефіцієнт для курортних міст;
 ω – швидкість;
 f – площа поперечного перерізу каналу;
 k_e – еквівалентний коефіцієнт абсолютної шорсткості внутрішньої поверхні труби
 d' – внутрішній діаметр трубопроводу, см
 ζ – коефіцієнт загального гідравлічного опору одиниці відносної довжини каналу;
 d_e – еквівалентний діаметр каналу;
 ν – кінематична вязкість.

Індекси

Нижні:

о,макс – на опалення максимальні;
о,сер – на опалення середні;
вн – внутрішня;
р.о – розрахункова на опалення;

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сер,о – середня опалювального періоду;
 о,річн – на опалення річні;
 п – повітря;
 в,макс – на вентиляцію максимальні;
 в,сер – на вентиляцію середні;
 в,річ – на вентиляцію річні;
 гв – гаряча вода;
 хв – холодна вода;
 о – опалення;
 гв,сер – на гаряче водопостачання середні;
 гв,річ – на гаряче водопостачання річні;

Скорочення

Табл. – таблиця;
 Рис. – рисунок;
 ТПВ – тверді побутові відходи.

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Одним з негативних результатів діяльності людини є постійне утворення відходів, як побутових, так і виробничих. Зокрема, населення світу щорічно викидає більш 2-х млрд [1] тон твердих побутових відходів (ТПВ). Причому, з кожним роком ця величина постійно зростає. Розвиток економіки, підвищення рівня життя населення призводить до збільшення кількості відходів на душу населення. Середньостатистичний житель Європи виробляє щорічно 400 кг твердих побутових відходів (ТПВ) на рік.

Спалювання відходів як найбільш зручний спосіб зниження обсягів відходів та їх знезараження початок застосовуватися ще в середньовіччі. Однак тривалий час вони спалювалися в відкритому полум'ї. І тільки в кінці XIX століття в Англії був побудований перший саміттєспалювальний завод (ССЗ). У міру зростання міст почалося збільшення кількості ССЗ аж до 1950-х років, коли з'ясувалося негативний вплив ССЗ на здоров'я людей. В цей час спостерігалось зниження кількості ССЗ у зв'язку з їх закриттям на вимогу екологічних організацій. Однак світова енергетична криза і підвищення цін на паливо, відсутність місць для поховання відходів змусили повернутися до процесу спалювання сміття, але вже на більш досконалої основі, яка забезпечувала зниження викидів шкідливих речовин до норм екологічної безпеки. У 1999 році країнами ЄС була прийнята Директива: 1999/31 / ЄС [2] по полігонах захоронення відходів, в якій було записано вимога про поетапне скорочення кількості розкладаються бактеріями муніципальних відходів, з тим, щоб через 15 років довести обсяг захоронювати відходів до 35% [3] від загальної кількості розкладаються бактеріями муніципальних відходів.

Задля екологічно чистого і енергетично ефективного використання твердих побутових відходів необхідно працювати в напрямку розробки рішень, які змогли б забезпечити ефективне використання теплової енергії, яка виробляється в процесі спалювання ТПВ.

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1 ОПИС ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБ'ЄКТУ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ З

НЕТРАДИЦІЙНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ

1.1 Загальні відомості про об'єкт

Завод «ЕНЕРГІЯ» знаходиться в Дарницькому районі міста Києва за адресою вул. Колекторна 44, є структурним підрозділом КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА ВИКОНАВЧОГО ОРГАНУ КИЇВРАДИ (КИЇВСЬКОЇ МІСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ) «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО» (код ЄДРПОУ 40538421, місцезнаходження – м. Київ, пл. І. Франка, 5). Форма власності – комунальна.

Побутові відходи поставляються на завод перевізниками власним транспортом згідно з договорами.

На території заводу розташована мережа господарсько-питного водопостачання, яка виконує функцію пожежного та зворотного водопостачання, а також мережі виробничо-побутової та зливової каналізації.

Водоспоживання здійснюється із двох артезіанських свердловин в обсязі 822,741 м3/добу та по двох вводах міського водопроводу в обсязі 764,926 м3/добу.

З артезіанських свердловин вода надходить на станцію знезалізування під тиском насосів та проходить послідовно через змішувач, контактні та освітлювальні фільтри і далі надходить в резервуар чистої води і змішується з водою з міського водопроводу та використовується на господарсько-побутові та виробничі потреби.

1.1.1 Технологічні процеси та використання в них води

На заводі встановлені 4 парові котли ЧКД «ДУКЛА». Відходи, завантажені в воронку котла, дозуються в топку з циліндричною колосниковою решіткою за допомогою подаючого пристрою з гідравлічним приводом. Сам котел є однобарабанным з природною циркуляцією, трьохходовим по димовим газам, топка котла екранована мембранними трубами. Конвекційний пароперегрівник підвішений в верхній частині топки котла. Економайзер для підігріву живильної води розташовано в третьому ході котла. Перший та другий ходи охолоджуються мембранними трубчастими стінками.

Чистка мембранних стінок і додаткових поверхонь виконується методом обмивання водою і обдування паром під тиском 1,27 МПа. Роботою обдувочних пристроїв можна керувати вручну або автоматично.

Пар, який утворюється в котлах, направляється на бойлерні для забезпечення споживачів гарячою водою та на опалення.

На балансі заводу знаходяться дві бойлерні.

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Теплопостачання споживачів зони бойлерної №1(розташована окремо на відстані 1,5 км від головного корпусу заводу) здійснюється нагріванням мережної води на бойлерах парових ПП-1-53 -7 - IV та паро-водяних ПВ-2-14, розташованих в приміщенні бойлерної. Конденсат, який утворюється у теплообмінниках використовується для підживлення теплових мереж. Ці теплові мережі заводу введено в експлуатацію в 1991 році.

У 2015 році була побудована бойлерна з тепловими мережами до мереж СТ «Позняки» для зниження теплового навантаження ТЕЦ-5 ПАТ «КИЇВЕНЕРГО», для чого було встановлено наступне основне обладнання:

- пароводяний теплообмінник Ду700 Q=13,2Гкал\год в кількості 4 од.;
- 2 групи водо-водяних теплообмінників Ду300 Ру16.

Конденсат, який утворюється в теплообмінниках, насосами перекачується в деаератори котлів для повторного використання.

У неопалювальний період, при роботі бойлерної на відокремлювану зону по гарячому водопостачанню, залишкова пара направляється на апарати охолодження (АПО). Конденсат після АПО відводиться в деаератори для повторного використання в котлах.

В тепловій схемі котлоагрегатів використовуються різні теплообмінники та підігрівники.

Для підігріву сирогої (вхідної) води перед хімоводоочищенням, використовується теплообмінник сирогої води.

Для підігріву хімзнесоленої води (пом'якшеної) використовуються два послідовно включених теплообмінники.

Для подальшого підігріву хімовочищеної води служать два паралельно включених теплообмінники, гріючим середовищем у яких використовується пара випару деаераторів.

Для опалення побутових і виробничих приміщень заводу використовується два паралельно включених теплообмінника опалення.

Для гарячого водопостачання заводу використовується окремий підігрівник. Також використовується теплообмінник для підігріву обмивочної води поверхонь нагріву котлів.

Конденсат, який утворюється в теплообмінниках, направляється в деаератори котлів для повторного використання.

Теплова ізоляція трубопроводів тепломереж виконана з мінеральної вати та залізоцинка і має задовільний стан.

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для мийки сміттєвозів була передбачена спеціалізована мийка. Однак, в зв'язку з тим, що завод на теперішній час не здійснює послугу з перевезення побутових відходів, мийка виведена з експлуатації.

1.1.2 Зворотне водопостачання

З метою економії витрат на технологічні потреби існує зворотне водопостачання технологічних установок.

Задіяне зворотне водопостачання на охолодження завантажувальних воронок, підшипників живильних та конденсатних насосів.

Нагріта на обладнанні вода подається на градирню, потім після охолодження насосами оборотного водопостачання направляється на охолодження обладнання.

1.1.3 Повторне використання води

Повторне використання води, окрім зворотного водопостачання, проектом не передбачено.

1.1.4 Вивезення та утилізація небезпечних відходів

В зв'язку з виведенням з експлуатації мийки, небезпечні відходи з очисних споруд на заводі відсутні.

1.1.5 Зливової каналізація

Скидання зливого стоку виконується в окрему злизову каналізацію площадки заводу та надходить на каналізаційну насосну станцію (КНС). За допомогою насосів КНС зливі води перекачуються в мережу каналізації м. Києва з випуском на вул. Колекторну: вип. № 1 КК-11.

Очисні споруди зливової каналізації проектом не передбачені.

1.2 Характеристика теплоджерел та теплових мереж

1.2.1 Характеристика основного обладнання підприємства

Проектна теплова потужність заводу „Енергія” становить 121 МВт. (у складі 4 парових сміттєспалювальних котлів ЧКД “Дукла” виробництва Чехії), проектною потужністю 40 т/год. Теплова потужність бойлерної №1 – 70 МВт. На бойлерній встановлено три мережні насоси типу Д 315-71 $Q=315$ м³/год. $H=71$ м.в.с., чотири підживлюючі насоси, типу КС-50-55-1 $Q=50$ м³/год $H=55$ м.в.с., два конденсатних баки $V=10$ м³ x 2. Виробництво хімоочищеної води для заповнення та підживлення теплових мереж на бойлерній №1 проектом не передбачено.

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стан обладнання дозволяє підтримувати розрахунковий гідравлічний режим.

Теплопостачання споживачів зони бойлерної №1 здійснюється нагріванням мережної води на бойлерах, типу ПП-1 – 53 – 7 – IV та ПВ – 2 – 14 розташованих в приміщенні бойлерної. Всі теплові мережі заводу введено в експлуатацію в 1991 році.

Збільшення кількості теплових мереж з 1991 року не було. Теплова ізоляція трубопроводів тепломереж виконана з мінеральної вати, та залізного цинку і має задовільний стан.

Бойлерна №1 заводу - окремо розташована будівля на відстані 1,5 км від головного корпусу заводу, знаходиться на балансі заводу.

У 2015 році було закінчено роботи по інвестиційному проекту «Нове будівництво перетинки між ТМ-1 СТ «Позняки» та заводом «Енергія» ПАТ «КИЇВЕНЕРГО» на ділянці тепломережі в районі ТК 109 до ТК 111 для зниження теплового навантаження ТЕЦ-5 ПАТ «КИЇВЕНЕРГО», для чого було встановлено та пущено в роботу наступне основне обладнання:

- пароводяний теплообмінник Ду700 $Q=15,4$ МВт в кількості 4 од.;
- 2 групи водо-водяних теплообмінників Ду300 Ру16 з комплектом калачів зі сталі нержавіючої по 4 од. в кожній;
- насоси мережні циркуляційні $G=800\text{m}^3/\text{h}$, $H=35\text{m}$ NLG 250-355-110-4Wilo в кількості 3 од.
- насоси конденсатні $G=90\text{ m}^3/\text{h}$, $H=40\text{m}$ BL 65-170-15-2 Wilo в кількості 2 шт. для забезпечення проектного відпуску тепла в 29 МВт (мах до 60 МВт).

1.2.2 Характеристика теплових мереж

Довжини теплових мереж заводу “Енергія” станом на 01.01.19 приведено в таблиці 1.1.

Загальна довжина теплових мереж СП «ЗАВОД ЕНЕРГІЯ» КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО» у двотрубному обчисленні станом на 01.01.19 складає 5,89 км.

Також було визначено основні необхідні випробування теплових мереж (табл 1.2)

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Таблиця 1.1 – Характеристики теплових мереж виробництва

Найменування мереж (в двотрубному обчисленні)	Протяжність (в двотрубному обчисленні), км		Вид прокладки
	Вода	Пара	
Теплові мережі від бойлерної заводу до котельної НТК “Імпульс”	1,2		Підземний
Паропровід від заводу до бойлерної №1 заводу		1,51	Надземний
Паропровід до БАТ “Текс-Темп” від бойлерної заводу		0,31	Надземний
Паропровід до заводу “Радіовимірювач” від бойлерної заводу		0,39	Підземний
Теплові мережі від бойлерної заводу до “Текс-Темп”	0,62		Надземний
Теплові мережі від бойлерної заводу до заводу “Радіовимірювач”	1,21		Надземний
Теплові мережі бойлерної №2			
Паропровід від заводу до бойлерної		0,16	Надземний
Теплові мережі від бойлерної до ТК-109А	0,49		Підземний
Всього:	3,52	2,37	

Таблиця 1.2 – Необхідні випробування теплових мереж

Найменування мереж (в двотрубному обчисленні)	До 10 років		Понад 25 років	
	Довжина, км	Діаметр, мм	Довжина, км	Діаметр, мм
Теплові мережі від бойлерної заводу до котельної НТК “Імпульс” (у двотрубному обчисленні)	—	—	1,2	426
• Паропровід від заводу до бойлерної (в однотрубному обчисленні)	—	—	1,51	630
• Конденсатопровід від бойлерної до заводу (в однотрубному обчисленні)			1,51	219
• Паропровід від бойлерної до котельної заводу “Текс-Темп” (в однотрубному обчисленні).	—	—	0,31	219
• Конденсатопровід від котельної заводу „Текс- темп” до бойлерної. (в однотрубному обчисленні)			0,31	108
Теплові мережі від бойлерної заводу до заводу “Текс-Темп” (в двотрубному обчисленні)	—	—	0,62	219
Теплові мережі від бойлерної заводу до заводу “Радіовимірювач” - паропровід (в однотрубному обчисленні)	—	—	0,39	426
- теплові мережі				
-(в однотрубному обчисленні)			0,53	273
-(в однотрубному обчисленні)			0,72	219
-(в однотрубному обчисленні)			0,72	159
- (в однотрубному обчисленні)			0,45	108
Паропровід до бойлерної №2 (в однотрубному обчисленні)	0,16	426	—	—
Теплові мережі від бойлерної №2 до ТК-109А (в двотрубному обчисленні)	0,49	530	—	—

1.2.3 Водопідготовка та воднохімічний режим. Якість вхідної води

Далі було проведено необхідний аналіз якості води протягом року. Результати наведено в табл. 1.3.

На дільниці хімводоочистки встановлено 8 фільтрів типу ФППа-1-2-0,6. Підготовка води на живлення котлоагрегатів виконувалась по схемі 2-х ступінчастого На-катіонування. В роботі знаходиться один фільтр по першій ступені і один фільтр по другій ступені.

Таблиця 1.3 – Результати проведення аналізу якості води

Місяць	Жорсткість мг-екв\кг	Лужність мг- екв\кг	Реакція середо- вища, рН	Залізо мкг\кг	Питома електропро- відність УЕП,мкСм \см	Солевмі- ст мг\л
січень	4.9	4.8	7.6	179	344	162
лютий	5.3	5.0	7.4	162	334	153
березень	4.2	4.5	7.5	170	322	169
квітень	3.5	3.6	7.4	172	352	176
травень	4.8	4.5	7.3	205	339	187
червень	5.2	5.0	7.4	262	402	216
липень	5.0	5.1	7.4	345	425	212
серпень	4.5	4.9	7.5	263	436	227
вересень	4.2	4.1	7.3	275	452	228
жовтень	4.1	4.1	7.4	228	535	255
листопад	4.4	4.6	7.6	269	561	266
грудень	4.3	4.3	7.3	268	491	248

Максимальна проектна продуктивність-110 м³/год.

Якість хімічованої води після фільтра 1 ступені-Ж-500 мкг-екв/л.

Якість хімічованої води після фільтра 2 ступені-Ж-20 мкг-екв/л.

На протязі 2018року хімоводоочистка працювала без грубих порушень, забезпечуючи в достатній кількості та необхідної якості додатковою водою пароводяний цикл котлів

Витрата води на підживлення котлів:

- за добу-378м³/добу
- за місяць-11718м³/місяць
- за рік 137970м³/рік

Витрати реагентів по хво в 2018р. склали наступні значення (табл.1.4).

Таблиця 1.4 – Витрати реагентів для хімоводоочисних заходів

Найменування Реагенту	Питома витрата (норма)	Питома витрата (факт)	Річна витрата, кг
Сіль технічна	147г/г-екв	133 г/г-екв	102098

Якість живильної, котлової води, конденсату наведена в табл. 1.5.

Таблиця 1.5 – Якість живильної, котлової води та конденсату

Вода	твердість мкг- екв/л	Лужність по фенолфталейну мг- екв/л	Лужність загальна мг- екв/л	O ₂ мкг/л	CO ₂ мг/л	Fe мкг/л	РН, реакція середовища	УЕП, мкС м\см	Солевміст мг/л	Лужність відносна, %
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Котел-1	12	8.8	9.4			411	11.0	2065	1019	35
Котел-2			В	р	е	м	о	н	т	е
Котел-3	12	11.2	12.4			492	10.7	2599	1272	34
Котел-4	12	8.5	5.2			514	10.5	1133	778	30
Живильна Вода	4		3.0	20	Відс.	392	9.7	415	184	
Конденсат	4		3.0				8.8	358	168	
Насичений пар Котла1	4		0.1		41	193	5.1	5.2	2.3	
Насичений пар Котла2			в	е	м	о	н	т	е	
Насичений пар Котла 3	4		0.1		43	210	4.8	5.6	2.4	
Насичений пар Котла 4	4		0.1		42	245	4.9	4.4	2.0	

1.3 Приклад впровадження технологій спалювання сміття на європейських котельних

Сміттєспалювальний завод Амстердам належить муніципалітету м Амстердам і є самостійним підприємством. Тому одна з найважливіших завдань МСЗ - економічна робота. Тарифи МСЗ Амстердам вже більше 10 років одні з найдешевших [4] на ринку відходів.

Сміттєспалювальний завод у Амстердамі був введений в експлуатацію в 1919 році. Початкова потужність заводу складала 150.000 т ТПВ в рік. У 1969 році була проведена заміна старої сміттєспалювальних установки і потужність заводу була доведена до 500000 т / рік (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Сміттєспалювальний завод Амстердам

У 1993 році на МСЗ була введена нова установка продуктивністю 765 т ТПВ на годину [5]. Це установка третього покоління, в ній вже при проектуванні були закладені сучасні дуже жорсткі екологічні вимоги і технічні рішення, забезпечуючі ефективне використання енергії. Вона є однією з найбільших в світі. Під час експлуатації проводилося вдосконалення установки і оптимізація технологічного процесу з метою зниження викидів, підвищення продуктивності установки, зменшення витрат реагентів. Особлива увага приділялася підвищенню ККД (енергетичного). В результаті проведених заходів кількість виробленої електрики зросла з 450.00 МВт в 1993 році до 530.000 МВт в 2004. Крім того була збільшена поставка тепла споживачам.

На початку третього тисячоліття була введена в експлуатацію установка четвертого покоління (HRC), що забезпечує не тільки зниження емісії, а й максимальне виробництво корисних продуктів, в тому числі: підвищення електричного ККД до 30% (нетто), вилучення цінних металів, ви- ство первинних будматеріалів.

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Таблиця 1.6 – Показники роботи сміттєспалювальних установок

	Блоки	Роки				
		2005	2006	2007	2008	2009
Кількість спаленого сміття, т.	10 + 20	902.354	940.700	932.700	873.971	888.800
	30	-	-	202.000	436.976	458.000
Вироблено електроенергії, МВт*год	10 + 20	545.467	540.543	539.891	507.900	512.355
	30	-	-	150.198	90.079	245.772
Відпущено теплоти, ГДж	10 + 20	178.008	215.546	161.907	202.770	151.270
	30	-	-	-	11.031	142.400
Коефіцієнт готовності, %	10 + 20	94,2	94,7	93,9	92,8	91,9
	30	-	-	91,7	86,7	89,2
Тариф, євро/т	10 + 20	60,85	54,49	62,0-4	68,15	81,90
	30	-	-	83,55	81,72	84,22

1.3.1 Сміттєспалювальна установка HRC (блок 30)

Установка складається з двох ліній сміттєспалювання, однією двоциліндрової парової турбіни з промперегрева, генератора.

Основні показники установки HRC Середня теплота згоряння ТПВ - 10 МДж / кг. Споживання ТПВ - 1600 т / добу Продуктивність - 530 000 МДж / рік

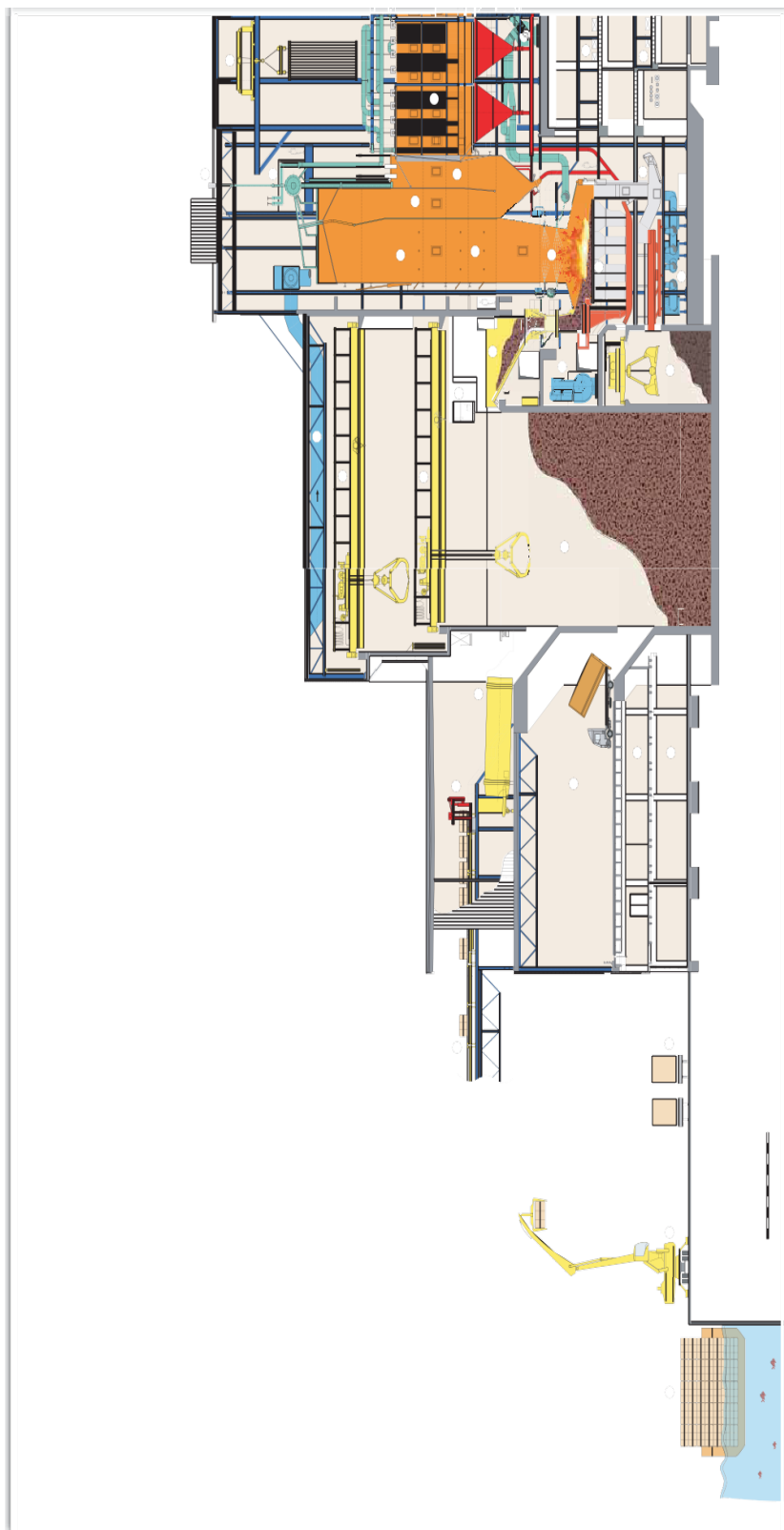
Загальний вигляд установки HRC наведено на рис 1.2

1.3.2 Паливо

В якості палива використовуються тверді побутові відходи (ТПВ) м Амстердам і прилеглих околиць. Середня теплотворна здатність надходять ТПВ, прийнята в проєкті - 10 МДж / кг. На малюнку 3 показана паливна діаграма, що визначає рекомендовану зону роботи і залежність отриманої енергії від витрати ТПВ та його теплотворної здатності. Оптимальний режим позначений точкою А і відповідає виробництву 93,3 МВтт. Теплова цінність ТПВ в цій точці становить 10 МДж / кг і відповідає витраті палива 33,6 т ТПВ / год.

Установка HRC спроектована саме на це навантаження, при цьому обидва котла працюють з 100-процентним навантаженням. Але можлива робота і в точці В, 110% навантаження, хоча цей режим не передбачений гарантійними зобов'язаннями.

На рисунку 1.2 наведена принципова теплова схема установки HRC. Відмінною рисою установки є застосування високих параметрів пари - тиск 130 бар і температури 440°C (480°C) на виході з котла, що дозволило підняти електричний ККД установки до 30% [6], тобто на рівень існуючих вугільних електростанцій.



- 1 - доставка тюків; 2 - кран; 3 - транспортер; 4 - з-д шлях; 5 - вскривка тюків; 6 - гомогенізатор; 7 - прийом ТПВ; 8 - склад; 9 - приймальний бункер; 10 - кран; 11 - кабіна крана; 12 - загрузочна воронка котла; 13 - вентилятор вторичного повітря; 14 - бункер шлака; 15 - решітка; 16 - шлакова ванна; 17 - первинне повітря; 18 - ввід газу рециркуляції; 19 - ввід амміака; 20 - котел; 21 - запобіжні клапани котла; 22 - пароперегрівач котла; 23 - економайзер; 24 - кран; 25 - запобіжний клапан; 26 - деаератор; 27 - димосос рециркуляції газів; 28 - майстерні; 29 - кабельні приміщення; 30 - електрофільтр; 31 - бункер золи; 32 - пункт погрузки; 33 - ввід активированого вугілля; 34 - кран; 35 - рукавний фільтр; 36 - насос; 37 - стопорний клапан; 38 - кран; 39 - турбогенератор; 40 - конденсатор; 41 - маслосбач; 42 - підігрівач; 43 - підігрівач ЕКО-2; 44 - охолоджувач газу; 45 - скруббер HCl; 46 - скруббер SO₂; 47 - підігрівач ЕКО 3; 48 - чистий скруббер; 49 - димосос; 50 - вимір емісій; 51 - димова труба; 52 - бак; 53 - проміжний бункер; 54 - охолоджуюча вода

Рисунок 1.2 - Установка HRC – поздовжній розріз

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТП 51 05 051 ПЗ	Арк. 22

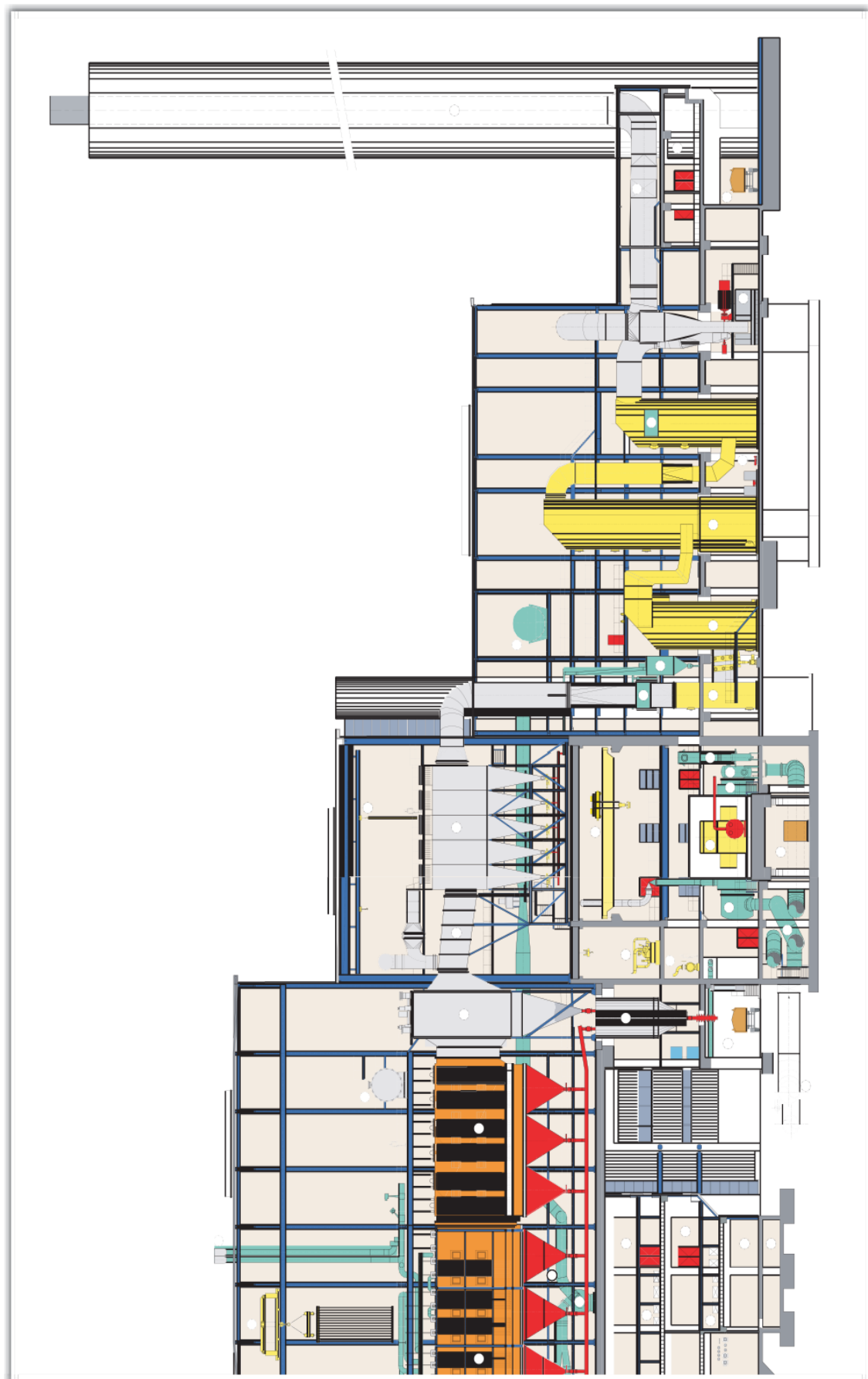


Рисунок 1.2 - Установка НРС – поперечный разрез

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Крім того встановлено котел з проміжним пароперегрівом, що також підвищило ККД установки. Цікаво рішення підігріву пара в проміжному пароперегрівачі за допомогою пара з барабана котла. При цьому проміжний пароперегрівач є окремим агрегатом, що встановлений поряд з турбіною, а не частиною котла. З метою підвищення енергетичної ефективності циклу, в систему підігріву конденсату вбудовані додаткові підігрівачі ЕСО-2 і ЕСО-3 [7], які повинні утилізувати тепло, що втрачається в системі газоочистки і системі охолодження решіток.

1.3.3 Котельний агрегат

- Теплова потужність котла, ном/макс – 93,6 МВт/102,7МВт;
- Температура пара на виході з котла – 440°C, можливо – 480°C;
- Тиск пари на виході з котла – номінальне 130 бар, макс. – 162 бара;
- Продуктивність котла за паром (ном.) – 28 кг/с (102 т/год);
- Температура пари після промперегріву – 320°C;
- Тиск пари після промперегріву 14 бар;
- Об'єм відходячих газів 200.000 нм3/год;
- Температура газу на виході з котла – 180°C;
- ККД – 87,14%.

Котельний агрегат являє собою барабанний котел з шарової топкою. Технологія спалювання в шаровий топці обрана після аналізу можливих технологій (киплячий шар, піроліз, газифікація), в результаті якого було прийнято рішення проектувати котел з шарової топкою як найбільш перевіреному в експлуатації і надійному варіанті. Відходи краном подаються з бункера відходів в завантажувальну воронку і далі через водоохолоджувальну шахту штовхачем на решітку спалювання. Решітка відрізняється від традиційних тим, що вона частково водоохлаждаемая. Решітка складається з трьох паралельних ліній, причому кожна лінія має 7 повітряних зон. Система охолодження грат включена в водопаровий цикл для корисного використання тепла. Охолоджується тільки початкова частина, решіток з тим, щоб запобігти їх згоряння.

Охолодження решіток водою сприяє зменшенню зносу решіток і продовжує термін їх дії. Крім того, охолодження решіток дозволяє працювати з меншими надлишками повітря. Гарантується безперервна безперебійна робота решіток протягом двох років. Згоріла донна зола потрапляє в водяну ванну, де охолоджується, після чого направляється на складування. Водяна пара, що утворюється в системі шлаковидалення використовується як третинний повітря.

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

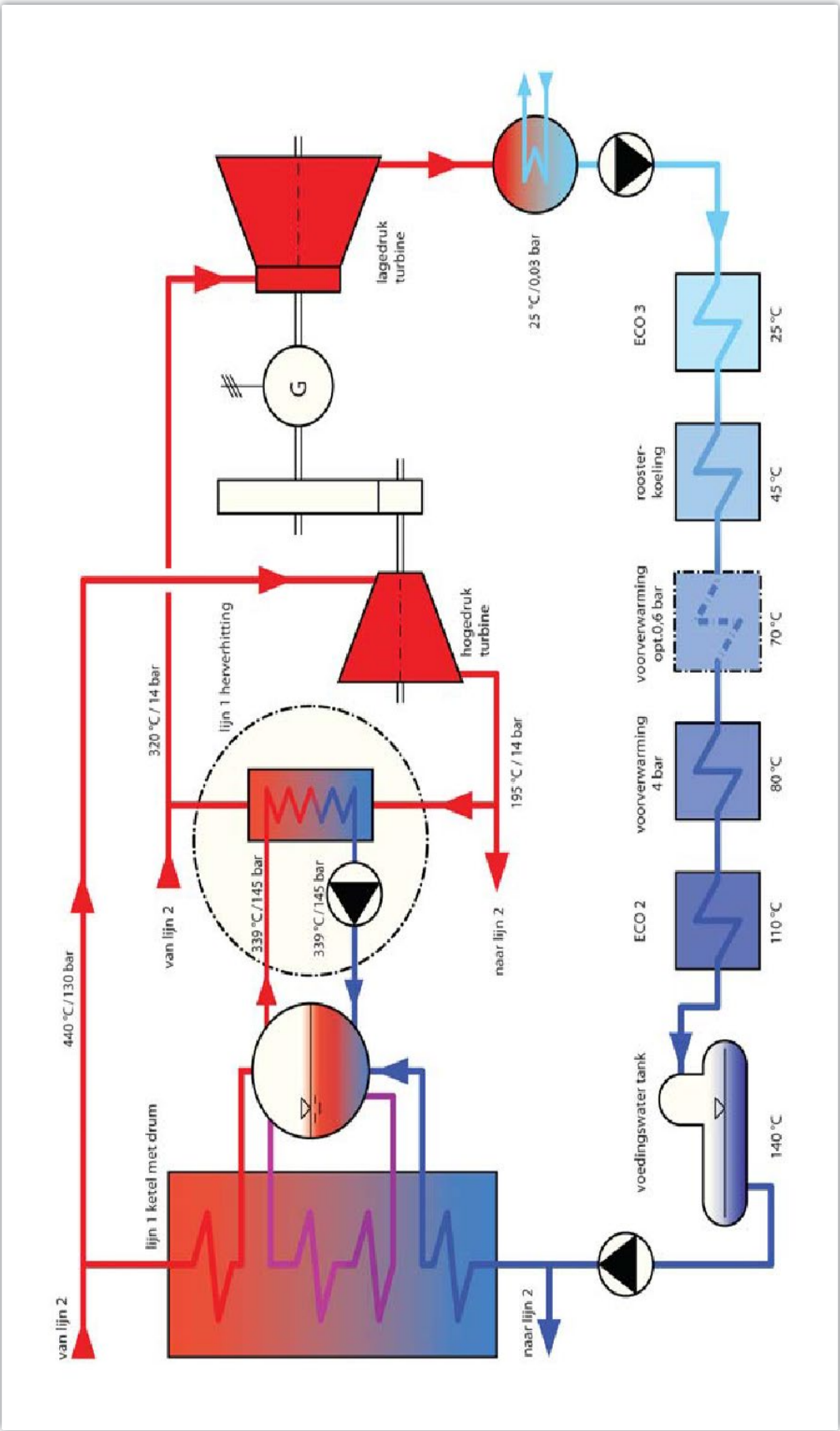


Рисунок 1.3 – Принципова теплова схема установки HRC

Повітря в зону горіння вводиться поетапно. Первинне повітря в кількості 95 000 м³ / год вводиться знизу під решітки і шар відходів. Кожна зона може розігріватися до необхідної температури незалежно від інших. Тиск і кількість повітря може регулюватися для кожної секції окремо.

У першому ході топки котла встановлені сопла, через які в продукти згоряння вводяться димові гази рециркуляції в кількості 40000 м³ / год, взяті після тканинних фільтрів. Рециркуляція димових газів дозволяє знизити температуру газів, що уповільнює утворення NO_x. З метою зниження недожога після введення газів рециркуляції вводиться вторинний повітря в кількості 37 000 м³ / год, що забезпечує хороше вигорання навіть при шести відсотках надлишку кисню. Параметри вторинного повітря регулюються за допомогою спеціальної програми. На рис. 1.5 показані температури в надтопочном просторі і конвективної частини котла.

Котел блоку 30 (установка HRC) п'ятиходовий, причому три перші ходи порожні (не мають поверхонь нагріву) і служать з одного боку для забезпечення нормативного часу перебування газів при температурі вище 800° С і для можливості розміщення додаткових поверхонь нагріву з іншого. Перший і другий ходи котла облицьовані матеріалом InkomeIR. Для регулювання температури пара передбачено два вприскувальних пароохолоджувача.

Котел має високу ступінь ремонтнопридатності. Так повна заміна трубних пучків пароперегрівачів проводиться за 72 години.

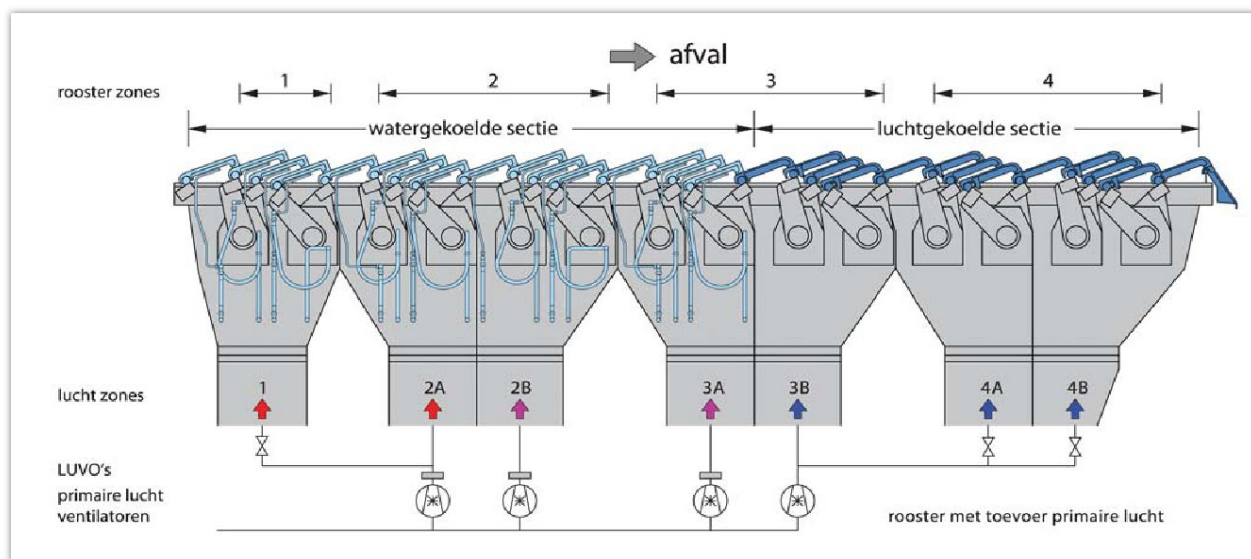
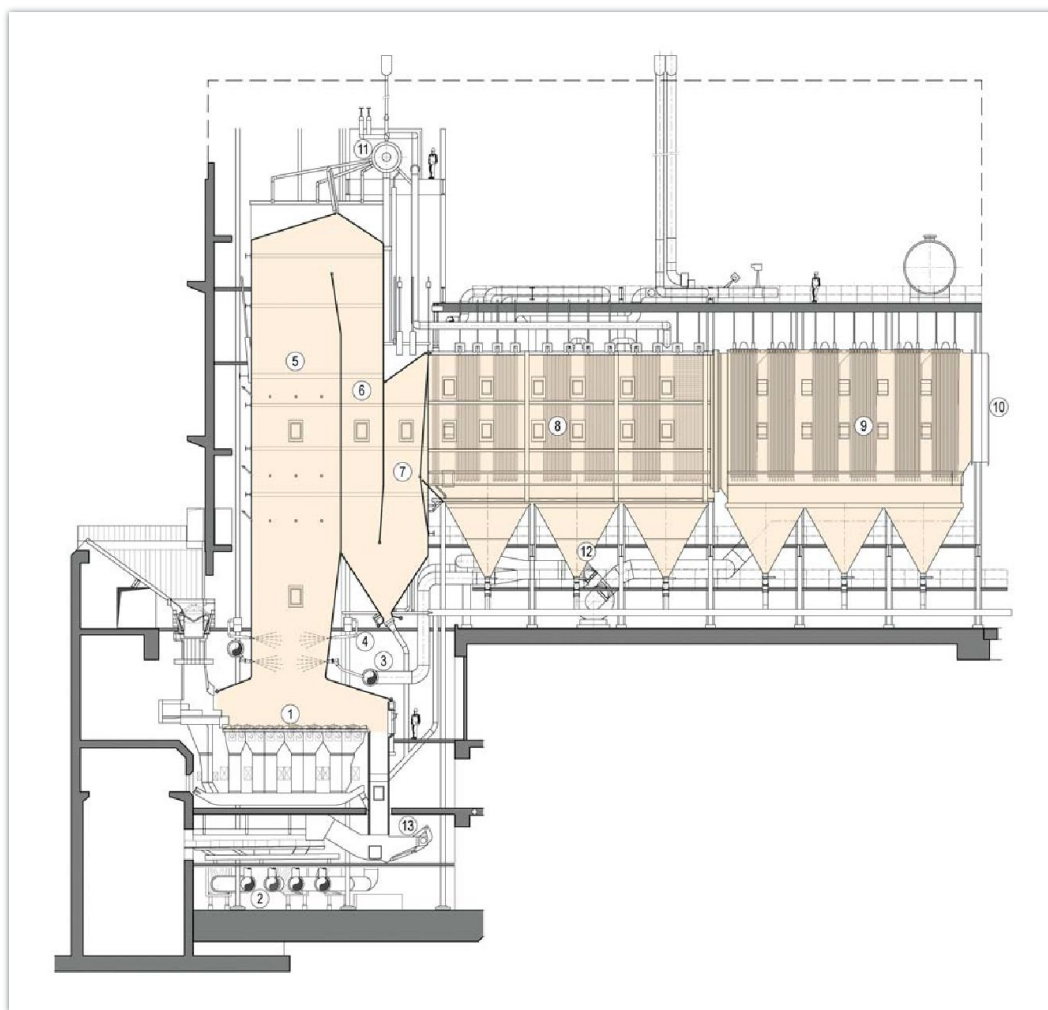


Рисунок 1.4 – Решітки установки

1.3.4 Очистка відходячих газів

Для снижения выбросов оксидов азота применена технология SNCR. Аммиак вводится в первом ходе котла через сопла установленные на 3-х уровнях, по 8 сопел на каждом уровне. Для впрыска аммиака используется воздух под давлением.

На рис. 1.6 показана принципиовая схема очищения димовых газов на установке HRC МСЗ Амстердам [8]. Димові гази з котла направляються в електрофільтр, де очищаються від твердих частинок. На установці застосована двоступенева система очищення димових газів від твердих частинок. Перший ступінь - електрофільтр, що виконує попереднє очищення від великих частинок.



1 – решітки; 2 – первинне повітря; 3 – гази рециркуляції; 4 – вторинне повітря; 5 – 1-й хід; 6 – 2-й хід; 7 – 3-й хід; 8 – 4-й хід: пароперегрівача; 9 – економайзер; 10 – вихідний патрубок; 11 - запобіжні клапани; 12 – взривні клапани; 13 – шлакова ванна

Рисунок 1.5 – Поздовжній розріз котлоагрегата

Після електрофільтру до тканинного фільтра в димові гази вводиться в порошкоподібному стані активоване вугілля (НОК - hoogovenscokes - доменний кокс),

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

речовина адсорбуюче діоксини і фурану. Разом з активованим вугіллям вводиться порошкоподібний вапняк, який служить для запобігання загоряння вводиться коксу, а також для створення фільтруючого шару на тканинному фільтрі.

Таблиця 1.7 – Річні і питомі викиди забруднюючих речовин установки

Забруднюючі речовини	Викиди в 2009 р., т/год 1	Питомі викиди г/тонну		
		2007	2008	2009
Тверді частки	<4,4	<10,5	<7,4	<9,7
HCl	<6,6	<37,4	<13,1	<14,4
HF	03	0,25	0,028	0
CO	34,4	150,3	66,4	75,6
CxHy	<5,2	<25,5	<12,4	<11,4
SO2	<15,6	<38,7	<25,9	<34,1
NOx	240	655	415	526
Важкі метали	0 3	0,032	0,004	0
Cd_Nl	03	0,0032	0,0026	0
Hg	03	0,002	0,009	0
Диоксины ⁴	0,178	0,053	0,437	0,39
NH3	2,3	2,1	5,5	<5,1

Примітки:

- 1 Кількість викидів розраховано з обсягу газів 1,52 млн км³ / рік (11% O₂.)
- 2 Питомі викиди г / т розраховані за кількістю спалених відходів
- 3 Менше граничних значень
- 4 Значення емісії в г / рік і мкг / т

Тканинний фільтр - другий ступінь очищення від твердих частинок одночасно служить для очищення димових газів від діоксинів / фуранів і важких металів. Зола, вловлена в електрофільтрі, може використовуватися в будівництві. Застосування такої схеми дозволяє більш повно використовувати уловлену золу і дає можливість корисно використовувати продукти, одержувані в наступних (мокрих) щаблях газоочистки, так як вони очищені від важких металів. Після тканинного фільтра димові гази охолоджуються в теплообміннику (ЕСO₂) конденсатом турбіни і розбризкує охолоджувачі, в результаті чого вони охолоджуються до температури насичення і частково очищаються від HCl. Далі йдуть газ послідовно проходять очистку від HCl і SO₂ в мокрих скрубберах. У першому скруббере гази остаточно очищаються від хлористого водню, що залишився після промивання димових газів в охолоджувачі, у другому від оксидів сірки. Як нейтралізатора SO₂ застосовується вапняк (CaCO₃). Взаємодіючи з вапняком діоксид

сірки перетворюється в гіпсульфу (CaSO_4). Отримана гіпсульфа направляється на центрифугу, де відділяється від води.

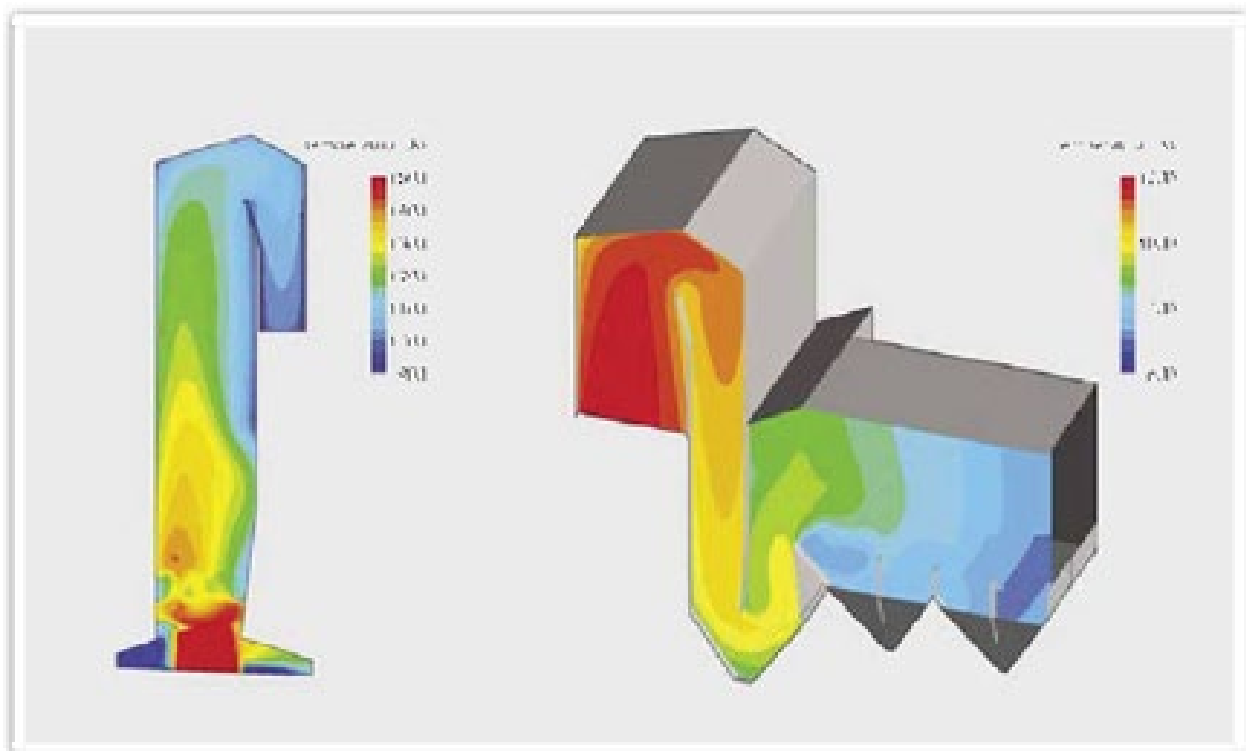


Рисунок 1.6 – Розподіл температур в 1-му та 4-му ході котла

Отриманий сухий залишок складується в контейнери і транспортується для подальшого використання.

Після скрубберов очищення від HCl і SO_2 газу потрапляють в чистий скруббер., Де проходять остаточне очищення з використанням содового розчину (NaOH). Цей скруббер одночасно є і третім ступенем економайзера.

Після скрубберов очищені димові газу проходять каплеуловитель і димососом видаляються в димову трубу.

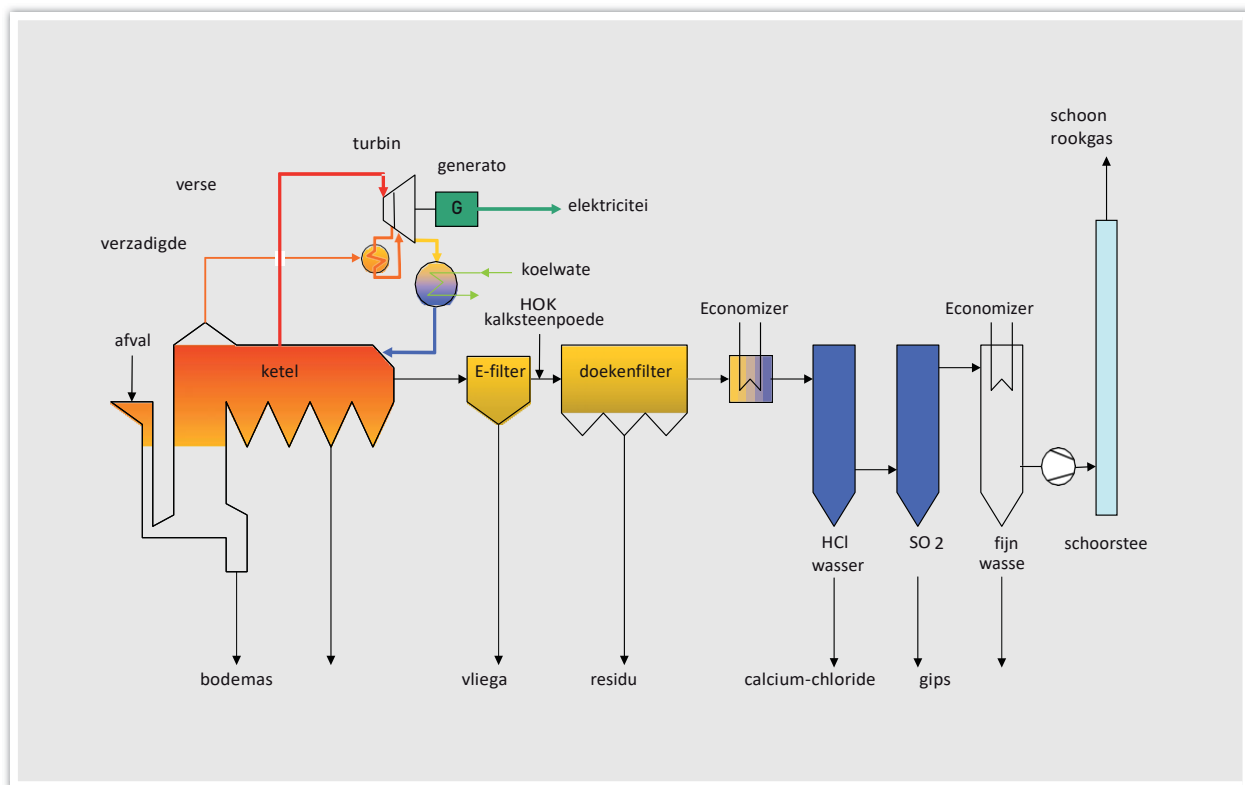


Рисунок 1.7 - Принципова схема очистки димових газів установки HRC

Капіталовкладення в установку – 370 млн євро или 698 євро/т ТПВ

На закінчення можна сказати, що на МСЗ Амстердам застосована нова сучасна технологія, що забезпечує можливості більш повного використання як енергії ТПВ, так і повторного використання матеріалів. У той же час питання застосування такої технології в Україні вимагає проведення ретельного аналізу роботи установки з дослідженням експлуатаційних, технічних, економічних і фінансових аспектів.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ ТЕПЛОВИРОБНИЦТВА

2.1 Опис енергетичного обладнання та загальні характеристики

Устаткування заводу «Енергія» призначене для термічної переробки несортованих ТПВ шляхом спалювання. Для підтримки режиму горіння у топках котлів, а саме, температури в топці котлів не менше 800 °С і перегрітої пари 250 °С, котли згідно проекту оснащені стабілізуючими та робочими пальниками.

Технічні дані робочого пальника:

- Тип ВПП I-II;
- Кількість пальників на одному котлі – 2 шт.;
- Максимальна потужність – 9,3 – 9,5 МВт;
- Максимальна витрата природного газу – 1000 нм³/год;
- Діапазон регулювання – 3:1;
- Паливо: природний газ з калорійністю 8100 ккал/нм³;
- Тиск повітря перед пальником – 1,96 кПа;
- Тиск природного газу – 49 кПа;
- Температура на пальник – 20 °С.

Технічні дані стабілізуючого пальника:

- Тип (змішувальний) ЗПП – 11;
- Кількість пальників на одному котлі – 2 шт.;
- Максимальна витрата природного газу – 168 нм³/год;
- Паливо: природний газ з калорійністю 8100 ккал/нм³;
- Витрата природного газу для розпалу пальника – 12 нм³/год;
- Максимальна потужність – 1,486 – 1,52 МВт;
- Потужність при розпалі – 11,6 кВт;
- Тиск повітря перед пальником – 0,61 кПа;
- Тиск природного газу - 50 кПа;
- Коефіцієнт надлишку повітря – 1,15.

На котлах була виконана реконструкція – встановлені пальники «SAACKE» тип – НР 60 Д2, що розташовані у місці пережиму топки котла та використовуються для допалу продуктів згорання ТПВ і додаткового отримання пари в котлоагрегаті. Система подачі природного газу включає в себе регулятор тиску на вході в пальник – 160 мбар, відсічні клапани основного та запального газу, регулюючу газову заслінку. Кількість

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

пальників на одному котлі – 2 шт. Максимальна витрата природного газу на котле до 840 нм³/год.

На теперішній час в роботі застосовуються тільки стабілізуючі пальники [9] для підсвітки ТПВ, при розтопках котлів та при сумісному спаленні природного газу з ТПВ підвищеної вологості. Основні режими роботи котлів проходять без споживання природного газу.

ТПВ збираються в глибинному бункері, яке перед спалюванням не піддається спеціальній переробці та з продуктивністю 8-15 т/год за допомогою кранів подається в топковий пристрій.

Топковий пристрій складається із завантажувальної шахти обладнаної запірною заслінкою, живильного столу шибєрного типу та гідроприводом валкових колосникових решіток системи «Дюссельдорф». Процес згорання ТПВ відбувається на валках № 3,4 . на валках № 1, 2 відбувається просушування і запалювання, № 5,6 догорання і охолодження шлаку.

Спалювання ТПВ процес неавтоматизований, регулюється тільки вручну, а контролюється дистанційно із головного щита керування.

Котли із номінальною паропроductивністю 40 т/год, однобарабанної конструкції, та природною циркуляцією.

Стіни камери згорання мембранного типу. Котли з автоматичним регулюванням розрідження в камері згорання та автоматичним живленням.

Шлак при згоранні ТПВ переправляється за допомогою похилого транспортеру в бункер шлаку, складовою частиною якого є здовений шнек горизонтального транспортеру з шлако-золівідвідними лійками.

Для відведення та дозування золи з електрофільтрів служать гвинтові конвеєри, шлакові живильники і скребковий транспортер - редлер.

Котел ЧКД «Дукла» призначений для спалювання ТПВ та виробництва перегрітої пари. Робочі параметри котла – $T_{\text{мп}}=2500^{\circ}\text{C}$, $P_{\text{мп}}=1,27$ МПа. номінальною пиропроductивністю $D_{\text{мп}}=40$ т/год.

Площа поверхонь нагріву:

-загальна площа - 2811 м²;

-випарника - 1594 м²;

-пароперегрівника - 107 м²;

-економайзера - 1110 м²;

Загальні об'єми котла:

-вміст води в котли - 50 м³;

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- водяний об'єм що допускається в коті - 32 м³;
- паровий об'єм що допускається в котлі - 7,5 м³;
- економайзер - 6,2 м³.

Паровий котел:

- максимальна паропроductивність - 45 т/год;
- номінальна паропроductивність - 40 т/год;
- мінімальна паропроductивність - 18 т/год;
- мінімальна паропроductивність впродовж 2 годин - 16 т/год;
- робочий надлишковий тиск - 1,27 МПа;
- розрахунковий надлишковий тиск - 1,47 МПа;
- випробуваний надлишковий тиск - 1,59 МПа;
- номінальна температура пари - 2500 °С;
- номінальна температура живильної води - 104 °С ;
- температура води на виході з економайзера - 193 °С .
- тиск перед живильною головкою - 1,95 МПа;
- кількість ТПВ для спалювання не менше - 8 т/год;
- паропроductивність при спалюванні - 15 т/год;
- ТПВ теплотворною здатністю 2482 ккал/год - 45 т/год;
- розрідження в топковому просторі котла в межах 40-70 Па ;
- температура а топковому просторі не менше - 800°С .

Котел 10 теплових контурів на поверхні нагріву.

Водопідготовча установка ХВО призначена для очищення сирі води від дрібнодисперсних зважених часток, розчинених солей, корозійних утворень.

Максимальна продуктивність установки 110 м³/год.

Технологічний ланцюжок являє собою схему двоступінчатого Na – катіонування. Сира вода з резервуару чистот води подається на установку насосами ХПН через підігрівач сирі води. Підігріта до 40 °С, вода подається на іонообмінні Na-катіонітові фільтри першої ступені , що використовуються і послідовно і паралельно.

Отримана Na-катіонітова вода після фільтрів першого ступеня поступає на другий ступінь Na-катіонування. Після другого ступеню очищення, вода поступає до котельної зали. Схема дозволяє використовувати в другій ступені фільтр № 8. У випадку виключення з роботи фільтрів № 3, 4. Регенерація катіоніту виконується 8-10 % -ним [9] розчином повареної солі.

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

2.2 Алгоритм та методика розрахунку кількості теплоти, що утворюється при спалюванні наважки ТПВ

Кількість теплоти, що утворюється при спалюванні наважки ТПВ в експериментальному котлі КС-ТГ-12,5, визначалась як сума кількості теплоти, що сприймається охолоджувальним контуром котла, та втрат теплоти: з димовими газами, на випаровування вологи наважки ТПВ, з хімічним недопалом наважки ТПВ, а також від зовнішнього охолодження котла та з теплом шлаку. Всі розрахунки визначались для всього експерименту.

Всі величини визначались інтегрованим шляхом з балансових рівнянь згідно «Методології проведення досліджень з визначення морфологічного складу, теплоти згоряння наважки визначеного морфологічного складу та зольності ТПВ, які постачаються на завод «Енергія»».

2.3 Проведення та аналіз результатів практичного визначення теплоти згоряння ТПВ

Експериментальні дослідження спалювання навадки ТПВ проводились на лабораторному експериментальному стенді на базі котла КС - ТГВ – 12,5. З метою наближення процесу спалювання наважки ТПВ до умов спалювання ТПВ на заводі «Енергія» ПАТ «Київенерго», де сміттєспалювальні котли «Дукла» працюють в безперервному режимі, проводився попередній розігрів топки котла.

Для цього використовувалась система розпалювання з використанням газового пальника - колосника та зрідженого балонного газу пропан-бутану з визначеною теплотою згоряння. В процесі експерименту, спочатку до охолоджувального контуру котла подавалась водопровідна вода. Потім до газового пальника подавався газ (пропан-бутан) та проводилось розпалювання пальника. Після стабілізації охолоджувального контуру, на колосникову решітку-пальник завантажувалась підготовлена наважка ТПВ. Під колосниковою решіткою розміщувалась ємність з водою для додаткового зволоження наважки ТПВ (за необхідністю).

Для всіх режимів проводили щонайменше два експерименти. Якщо отримані результати різнилися більш ніж на 5%, проводили третій експеримент, а за результат приймали середнє за двома найближчими результатами.

Дані щодо морфологічного складу та вологості ТПВ за 2 місяці весняного сезону (квітень та травень), представлені в табл. 2.1.

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Морфологічний склад та вологість ТПВ у квітні-травні

Найменування компоненту	Вміст компоненту (за масою), %	
	Квітень 2019	Травень 2019
Харчові відходи	42,08	37,49
Папір та картон	14,41	12,38
Полімери	17,62	16,16
Скло, кераміка	13,60	16,29
Метали	1,39	1,37
Текстиль	2,89	3,19
Деревина	2,65	2,59
Гума та шкіра	1,16	1,26
Залишок ТПВ після вилучення компонентів	4,20	9,27
Разом	100	100
Середня вологість, %	55,7	60,9

2.3.1 Оцінка можливості автогоріння ТПВ заданого морфологічного складу у повітряно-сухому стані за методом Таннера

Можливість самостійного горіння ТПВ без додаткового палива (автогоріння) визначається межами вмісту у ТПВ горючих речовин та баластуючих компонентів – води та золи.

Шведським вченим Таннером в результаті численних досліджень процесів горіння різних видів твердих палив та ТПВ було встановлено, що спалювання ТПВ без додаткового більш калорійного палива можливо при виконанні наступних сукупних умов:

$W < 50\%$ - вологість;

$A < 60\%$ - зольність;

$C > 25\%$ - горюча маса.

Результати своїх досліджень Таннер [10] узагальнив в розробленій ним трикутній діаграмі (рис. 2.1), яку називають «Трикутник Таннера».

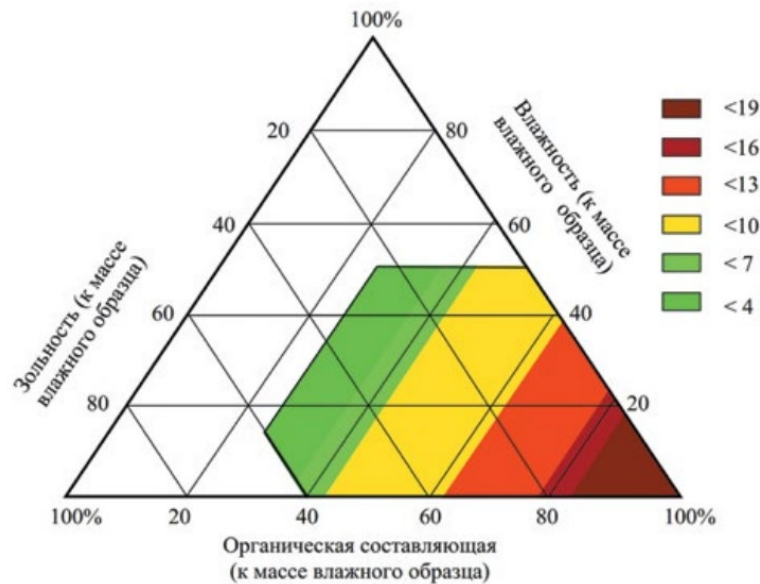


Рисунок 2.1 – Трикутна діаграма Таннера

На практиці діаграма Таннера використовується для попередньої оцінки горючості композитних сумішей на підставі балансу:

$$C^P + H^P + O^P + N^P + S^P + A^P + W^P = 100\%.$$

Композитне паливо містить горючі речовини: вуглець C, водень H, сірку S та інші.

В таблиці 2.2 наведені довідкові значення складу, зольності і вологості складових елементів ТПВ.

Таблиця 2.2 – Довідкові значення складу, зольності та вологості ТПВ

Найменування компоненту ТПВ	Вміст компоненту, %			
	Вуглець, C^P	Водень, H^P	Зольність, A^P	Вологість, W^P
Харчові відходи	12,6...14,7	1,8...1,9	2 – 4,5	70...72
Папір та картон	27,7...37,4	3,7...5,1	3 – 15	15...25
Полімери	55,1...64,1	7,6	0,1...10,6	2...8
Скло, кераміка	0	0	100	0...2
Метали	0	0	100	0...2
Текстиль	40,4...46,7	4,9...5,5	8	10...20
Деревина	39,4...40,5	4,7...4,8	0,8...2	20...21
Гума та шкіра	65 – 94	1,2 – 8,5	1,8...11,6	2...5
Відсів	13,9	1,9	11,7...50	20...30

На основі цих довідкових значень і морфологічного складу ТПВ розраховані значення повітряно-сухої вологості, зольності та горючої маси модельної наважки ТПВ згідно з усередненими за 2 місяці весняного сезону даними морфологічного складу ТПВ (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Вміст горючих речовин, повітряно-суха вологість та зольність модельної наважки ТПВ

Найменування ком-ту ТПВ	Вміст С, %	Вологість, %	Зольність, %	Склад ТПВ (середній), %
Харчові відходи	6,2	28,26	1,19	39,79
Папір	4,955	2,28	1,21	13,39
Полімери	11,35	0,51	0,75	16,86
Скло, кераміка	0,00	0,30	14,90	14,95
Метали	0,00	0,03	1,40	1,39
Текстиль	1,47	0,36	0,24	3,05
Деревина	1,16	0,54	0,05	2,65
Гума та шкіра	1,01	0,02	0,06	1,18
Залишок ТПВ	1,7	1,34	3,40	6,74
Разом	27,2	33,6	23,2	100

Результати розрахунків (табл. 2.3) показують, що повітряно-суха наважка ТПВ усередненого за 2 місяці весняного сезону морфологічного складу має вміст горючих речовин 27,2%, середньою зольністю 23,2% та вологістю 33,6%. Було проведено аналіз можливості використання ТПВ з такими характеристиками як самодостатнього палива для отримання теплової енергії (відповідність умовам автогоріння [11] за методом Таннера). Результати аналізу представлено на рис. 2.2, зведені характеристики повітряно-сухої модельної наважки ТПВ показані як трикутник 1-2-3.

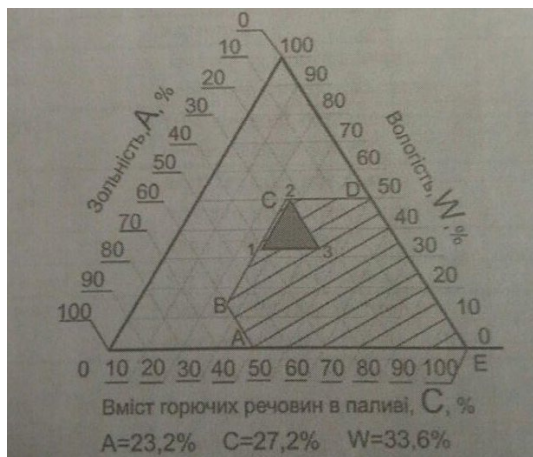


Рисунок 2.2 – Діаграма Таннера для визначення можливості автогоріння повітряно-сухої модельної наважки ТПВ

Як видно з діаграми (рис. 2.2), вказане вище сполучення характеристик повітряно-сухої модельної наважки ТПВ повністю знаходиться в зоні автогоріння, хоча й знаходиться практично на її межах, що вказує на теоретичну можливість автогоріння ТПВ такого морфологічного складу. На практиці можливість автогоріння буде залежати від технології спалювання і відповідних технічних можливостей обладнання.

2.3.2 Визначення теплотворної здатності ТПВ заданого морфологічного складу та вологості у весняний сезон

Дослідження, що були проведені в процесі виконання цієї роботи, довели, що теплотворна здатність ТПВ значною мірою залежить від вологості ТПВ. Усереднена за 2 місяці весняного сезону вологість ТПВ становить 58,3 %.

Для оцінки можливості спалювання та автогоріння модельної наважки ТПВ заданої вологості 58,3 %, що є усередненою вологістю ТПВ за 2 місяці весняного сезону, були проведені розрахунки, аналогічні розрахункам, приведеним в п. 2.3.1. Результати представлено в табл. 2.4. та на рис. 2.2.

Результати розрахунків (табл. 2.4) показують, що наважка ТПВ усередненого за 2 місяці весняного сезону морфологічного складу та при вологості 58,3% має вміст горючих речовин 16,18% та середню зольність 13,79%. Був проведений аналіз можливості використання ТПВ з такими характеристиками як самодостатнього палива для отримання теплової енергії (відповідність умовам автогоріння за методом Таннера).

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 – Вміст горючої маси та зольність модельної наважки ТПВ весняного сезону з вологістю 58,3 %

Ком-т ТПВ	Вміст С, %	Вологість, %	Зольність, %	Склад ТПВ (середній), %	Вага к-нту наважки ТПВ, г
Харчові відходи	3,69	-	0,71	39,79	1183
Папір	2,94	-	0,72	13,39	398
Полімери	6,75	-	0,45	16,86	502
Скло, кераміка	0,00	-	8,86	14,95	443
Метали	0,00	-	0,83	1,39	42
Текстиль	0,87	-	0,14	3,05	89
Деревина	0,69	-	0,03	2,65	77
Гума та шкіра	0,60	-	0,04	1,18	36
Залишок ТПВ	0,64	-	2,02	6,74	202
Додаткова волога	-	-	-	-	2028
Разом	16,18	58,3	13,79	100	5000

Результати аналізу представлені на рис. 2.3, зведені характеристики модельної наважки ТПВ показані як трикутник 1-2-3.

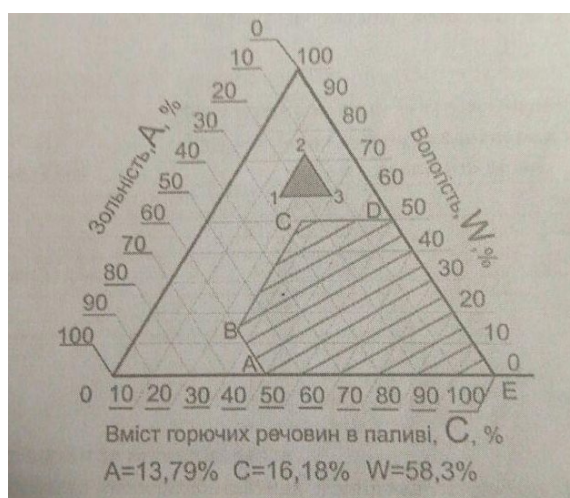


Рисунок 2.3 – Діаграма Таннера для визначення можливості автогоріння модельної наважки ТПВ

Як видно з рис. 2.3, зведені характеристики наважки ТПВ з заданою вологістю 58,3% знаходяться поза межами зони автогоріння, що вказує на необхідність для горіння ТПВ обов'язкового використання «підсвічування» [12] додатковим висококалорійним паливом.

Теплотворна здатність ТПВ такої вологості була оцінена розрахунковим шляхом.

Результати розрахунку теплотворної здатності ТПВ заданої вологості у весняний період зведено в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Розрахункова теплота згоряння ТПВ

Вологість маси ТПВ	Розрахункова теплота згоряння ТПВ у весняний сезон, кДж/кг
Суха, 0%	10215...10646
Повітряно-суха, 33,6%	6783...7069
Робоча, 58,3%	4260...4439

3 ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ТЕПЛОВИРОБНИЦТВА

3.1 Маршрутний опис технологічного процесу

Тверді побутові відходи (ТПВ) поставляються на завод перевізниками власним транспортом відповідно з договорами. Автомашини з відходами зважуються на заводській ваговій, після чого вивантажують в бункер ТПВ. З бункеру – накопичувача ємністю 18 тис.м³, ТПВ подаються на спалювання в котлоагрегати, двома мостовими грейферними кранами вантажопідйомність яких 10 т. З метою стабілізації процесу спалювання відходів, проектом передбачено допоміжне технологічне паливо - природний газ.

Котлоагрегати ЧКД «Дукла» [13] № 1-4 з параметрами $P=1,27$ МПа, $t=250$ °С.

ТПВ завантажене краном в загрузочну воронку котла потрапляє на подаючий пристрій з гідравлічним приводом. Процес спалення відходів відбувається на колосниковій решітці в топці котла. Повітря для горіння всмоктується з простору бункера ТПВ. Після згоряння ТПВ, шлак який утворився подається похилим транспортером в бункер шлаку, після чого завантажується двома кранами шлакового відділення на автомашину.

Під час процесу горіння димові гази потрапляють до електрофільтру, після чого зола, яка утворилась потрапляє в резервуар сухої золи, з якого завантажується на автомашину. Циркуляція димових газів відбувається за рахунок роботи димососа ДН-24, після якого димові гази через борова потрапляють до димової труби.

Зола та шлак (золошлакова суміш) завантажена на автомашини зважується на ваговій заводу та вивозиться на полігон.

Теплова енергія, що утворюється в результаті спалювання ТПВ, використовується для гарячого водопостачання та опалення, на власні потреби та постачається через бойлерну №1 та №2.

Теплопостачання споживачів зони бойлерної №1 здійснюється нагріванням мережної води на бойлерах, типу ПП-1-53-7-IV та ПВ-2-14 розташованих в приміщенні бойлерної.

Бойлерна №1 заводу – окремо розташована будівля на відстані 1,5 км від головного корпусу заводу.

Бойлерна №2 знаходиться в існуючій будівлі на території заводу, в приміщенні бойлерної змонтоване теплотехнічне обладнання для видачі теплової потужності в загальноміські теплові мережі. Схема виконана по принципу підігріву теплоносія в зворотному трубопроводі теплової мережі ТМ1 СТ «Позняки» з номінальною тепловою

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

потужністю 29 МВт. Теплове навантаження в теплову мережу СТ «Позняки» здійснюється як в міжопалювальний так і в опалювальний періоди.

Технологічна схема тепловиробництва на заводі «Енергія» в місті Києві показана на рис. 3.1.

Мостовий кран для завантажування відходів знаходиться в бункерному відділенні заводу, для маніпулювання відходами в просторі бункеру, їх часткової гомогенізації і для транспортування в завантажувальні воронки перед колосниковою решіткою котла .

Підйомний кран є краном мостового типу з рухом моста по всій довжині бункерного відділення. На рухомій основі з поперечним переміщенням підвішений грейфер об'ємом 5,1 м . Підйомний кран керується від стабільного самостійного поста.

На підприємстві встановлено чотири парові котлоагрегати ЧКД «Дукла» № 1-4 з параметрами $P=1,27$ МПа, $t=250$ °С.

Відходи , завантажені в воронку котла, дозуються в топку з циліндричними колосниками за допомогою подаючого пристрою з гідравлічним приводом . Швидкість і довжину ходу можна регулювати. Подаючий пристрій призначено для завантаження, пресування і подачі твердих побутових відходів на перший валок валкової решітки.

Топка системи VKW [14] складається із шести колосникових циліндрів із змінною швидкістю ходу. Через рівні щілини між колосниками в шар відходів надходить повітря для горіння. Це первинне повітря всмоктується із простору бункера, через повітрянагрівач нагрівається до 150 °С і за допомогою повітряного вентилятора подається під окремі колосникові решітки, так щоб одночасно охолоджувати їх неробочі частини . Подача дистанційно регулюється клапаном.

Хід колосникових циліндрів запобігається електрично і механічно проти механічного перевантаження за допомогою запобіжних муфт з акустичною сигналізацією. Несучі балки колосникових решіток охолоджуються природною тягою повітря. В перехідну частину камери спалювання виведені сопла вторинного повітря для спалювання.

Сам котел є однобарабанным котлом з природною циркуляцією, трьохтяговий, напірна система складена мембранними стінками. Конвективний пароперегрівник підвішений в другій тязі котла. Для регулювання температури вихідного пара вмонтований конденсатор свого конденсату. П'ятисекційний підігрівник живильної води закріплено в третій тязі котла. Друга і третя тяги також охолоджуються мембранними трубчатими стінками.

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

На котлі встановлено пальники для спалювання природного газу. Стабілізційні пальники розташовані над колосниковими циліндрами. Вони необхідні для запалювання відходів на початку роботи і для стабілізування горіння на колосникових решітках.

Пальники знаходяться в передній стінці вертикальної частини камери спалювання і дають змогу піднімати продуктивність котла до номінальних значень при низькій теплотворності відходів. В обох типах пальників є свої вентилятори повітря спалювання.

Чистка мембранних стінок і додаткових поверхонь виконується методом обприскування водою і обдув паром під тиском 1,27 МПа. Відпрацьована вода стікає в мокрий розштибовщик, звідти в збірний резервуар для нейтралізації. Роботою обдувочних пристроїв можна керувати вручну або автоматично. Цикли обдува паром і сприскування водою не можуть бути одночасними.

Два деаератори типу ДА-100/25 продуктивністю 100 т/год, з робочим тиском 0,1176 МПа і температурою 104,25 °С, ємність баку 25 м³. Обидва деаератори по всім потокам підключені паралельно, мають врівноважувальну лінію по парі, загальний всас живильних насосів з розподільчими засувками. Така схема підключення дозволяє експлуатувати окремо кожен деаератор. Відвід пари із установки з верхньої частини деаераційної колони через охолоджувачі випару або в атмосферу.

Подаючий пристрій призначено для завантаження, пресування і подачі твердих побутових відходів на перший валок валкової решітки.

В тепловій схемі котлоагрегатів використовуються різні теплообмінники та підігрівники. Для підігріву сирого (вихідної) води використовується теплообмінник сирого води (ТСВ). Для підігріву хімобезсоленої води (помякшеної) води використовують два послідовно включених теплообмінника (ТУВ-1 і ТУВ-2). В якості гріючого середовища в теплообміннику ТУВ-1 використовують тепло продувочної води з котла, а в ТУВ-2 гріючою речовиною є пара від колектора насиченої пари, яка надходить через автоматичний регулятор температури. Для подальшого підігріву хімоочищеної води служить два паралельно включених теплообмінника ОВД-1 і ОВД-2, гріючим середовищем у них використовується пара випару деаераторів.

Для опалення побутових приміщень і виробничих приміщень заводу використовується два паралельно включених теплообмінника опалення ТВО-1 і ТВО-2 [15]. Для гарячого водопостачання заводу використовується підігрівник ТГВ. Для підігріву обмивочної води поверхонь нагріву котла служить теплообмінник ТОВ.

Необхідну кількість повітря для забезпечення стійкого горіння в топці котла нагнітається в котел за допомогою радіальних вентиляторів. Первинне повітря

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

забирається із простору бункера відходів , підігрівається в паровому підігрівнику до температури 150 °С і вдувається під валки решітки.

Для підживлювання котлів вода для хімічного очищення береться із скважин розташованих на території заводу. Зберігається сира вода в окремому баці. Процес хімічного очищення води двоступеневий, для чого встановлено Na-катіонітні фільтри.

Газ для пальників котла надходить від городської магістралі. На заводі встановлено ГРП для зниження тиску газу.

Зола з електрофільтрів скидається за допомогою шнекових конвеєрів і редлерового конвеєра в резервуар сухої золи, або в разі необхідності чи аварійно в резервуар шлаку. Для транспортування, перед завантаженням в машини, зола змочується в бетономішалці . Шлак після котлів попадає в бункер шлаку. При наявності великої кількості заліза, шлак може проходити через електромагніт де відбирається залізо.

Мережна вода в Бойлерну №2 відбирається зі зворотнього трубопроводу Ду1000 теплової мережі ТМ1 СТ «Позняки» та транспортується до будівлі бойлерної. Теплопередача здійснюється через чотири пароводяні підігрівачі ПВП та два водоводяних підігрівачі ВВП (конденсатоохолоджувачі). Циркуляція теплоносія контуру, що нагрівається здійснюється за допомогою мережних насосів, три насоси NPG 300-450-132/4 фірми Wilo з характеристиками в робочій точці $G=800 \text{ м}^3/\text{год}$, $H=40 \text{ м}$.

Максимальна проектна потужність Заводу (переробка) 355 тис. тонн на рік, за умовної калорійності відходів 10,1 МДж/кг. Фактична калорійність сміття, що доставляється на завод сьогодні, коливається в межах 4,6-7,5 МДж/кг, тому фактична потужність заводу – до 250-260 тис.т. на рік.

Щорічно в м. Києві орієнтовно утворюється до 1200,0 тис. тон ТПВ, у тому числі 800,0 тис. тон від житлового сектору.

Міські ТПВ розміщуються на полігонах міста Києва та Київської області і знешкоджуються на Заводі.

Збирання ТПВ здійснюється перевізниками відходів міста, з якими Заводом укладені договори щодо надання послуг із знешкодження (термічна переробка) твердих побутових відходів.

Конкурентів з термічної переробки відходів Завод не має.

У результаті знешкодження (термічна переробка) відходів утворюються:

1 Шлакозольна суміш, яка підлягає захороненню на полігонах.

2 Теплова енергія використовується на власні потреби та передається в мережі ПАТ «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО».

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Для підтримання технологічного процесу необхідні природний газ, електроенергія та вода.

Природний газ постачається із магістрального трубопроводу.

Електропостачання відбувається із незалежних джерел.

Водопостачання здійснюється із артезіанських свердловин Заводу та міського водопроводу.

Завод має всі необхідні споруди та інженерні комунікації для виконання свого основного призначення.

Основним технологічним обладнанням є котлоагрегати ЧКД «Дукла», які на даний час знаходяться у задовільному стані.

Стан обладнання заводу задовільний.

Основні споруди Заводу:

1 Головний корпус, зблокований з адміністративно – побутовим корпусом, бункером твердих побутових відходів та шлаковим відділенням.

2 Димова труба Н=120м.

3 Водозабірні споруди:

а) два водопроводи з вулиць Колекторна та Ревуцького,

б) два резервуари по 1500 м3 кожний,

в) дві артезіанські свердловини.

4 Мийка автомобілів з очисними спорудами.

5 Споруди зворотного водопостачання.

6 Вагова.

7 Каналізаційна насосна станція.

8 Бойлерна.

9 Два електричних вводи 10 Кв від ПС "Осокорки" та Бортницької підстанцій.

10 Підземна каналізаційна мережа трубопроводів та водопроводів.

11 Газорегулюючий пункт та газопроводи.

12 Автотранспортні магістралі.

13 Автомайстерня.

14 Відокремлені складські приміщення.

15 Паропровід.

16 Підземні та надземні теплотраси.

17 На території знаходиться ремонтна діляниця, в приміщенні якої знаходиться: токарно-гвинторізний верстат 1К62Д та 16Б05, вертикально - свердлильний верстат

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2Н135-1, верстат для гнуття труб ГСТМ-21М, заточний верстат 3К631, та комбіновані прес-ножиці.

Завод працює в безперервному режимі протягом всього року, крім планової його зупинки для виконання ремонту обладнання, яке неможливо відремонтувати під час роботи протягом року. Термін зупинки до 1 місяця (серпень місяць).

Обсяги термічного знешкодження ТПВ залежать від декількох факторів, непов'язаних з технологією заводу, а саме:

- калорійності відходів;
- стабільного, ритмічного завезення відходів перевізниками.

3.2 Тепловий розрахунок котельного агрегату

Тепловий повірковий розрахунок котельного агрегату проводився за існуючими актуальними нормами [16]. Використовувалась методика теплового розрахунку з [14].

Результати теплового розрахунку будемо приводити у вигляді таблиць.

Результати розрахунку топки приведено в табл.3.1 та табл. 3.2.

Таблиця 3.1 – Результати конструктивного розрахунку топки котла

Найменування величини	Площа поверхні	F_{st}	φ	F_a	ζ	ζ_F
Фронтний екран	4,5x4,8	21,6	1	21,6	0,2	4,3
	4,5x16	72,0	1	72,0	0,9	65,0
Задній екран	4,5x12	54,0	1	54,0	0,9	10,8
	4,5x12	54,0	1	54,0	0,9	48,6
Бічний екран	2x2x14	56,0	1	56,0	0,9	11,2
	2x4,8x11,6	111,4	1	111,4	0,9	100,0
Променевий пароперегрівач	9x2x6,6x0,9	107,0	1	107,0	0,9	96,2
Випар. ширма	9x2x7,9x2,3	327,0	1	327,0	0,9	294,0
Σ		803,0		803,0		630,0
Решітка	10x3,5	35,0				
Σ		838,0				630,0

Таблиця 3.2 – Результати теплового розрахунку поверхонь нагріву топки

Найменування величини	Одиниці виміру	Значення величини			
		Пароперегрівач	Випарний пучок		Водяний економайзер
			I	II	
Поверхня, що обтікається	м ²	18,5	10,38	10,38	8,13
Температура на вході	°C	865	639	500	350
Температура на виході	°C	639	500	350	195
Швидкість (димові газы)	м/с	4,0	6,8	5,74	5,7
Поверхня обігріву	м ²	0,0565	-	-	0,0128
Кількість змійовиків	шт.	54	-	-	26
Температура на вході (теплоносій)	°C	193	193	193	135
Температура на виході (теплоносій)	°C	291	193	193	193
Швидкість (теплоносій)	м/с	40,1	-	-	1,06
Коефіцієнт теплопередачі (димові газы)	Вт/м ² *°C	791	-	-	-
Коефіцієнт теплопередачі (теплоносій)	Вт/м ² *°C	53,3	46,5	43,1	54,7
Температурний напір	°C	510	372	242	100
Напрямок руху	ПРОТИТОЧНИЙ				
Теплова потужність	МВт	2,91	4,92	4,92	4,18
Поверхня необхідна	м ²	107	284	472	765
Поверхня інсталювана	м ²	107	331	567	1110

Для проведення розрахунку теплонавантаження на основні поверхні нагріву топки необхідно навести визначальні величини:

- температура димових газів на виході з топки – 639,0 °C;
- корисно використана кількість теплоти – 62,6 ГДж/год;
- витрата пари з котла – 45 т/год;
- тиск пари – 1,27 МПа;
- температура пари – 250 °C;
- витрата ТПВ – 15 т/год;

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

- нижча теплота згоряння ТПВ – 9,63 МДж/кг;
- витрата повітря в топку для горіння – 65000 нм³/год;
- витрата димових газів з топки – 82650 нм³/год;
- коефіцієнт надлишку повітря – 1,8;
- втрати теплоти з механічним недопалом – 5 %;
- втрати теплоти з відхідними газами – 12,8 %;
- втрати теплоти в навколишнє середовище – 3 %.

Далі було проведено аналогічний розрахунок для іншого режиму роботи котла (ТПВ з середньою нижчою теплотою згоряння). Результати наведено в табл. 3.3.

Для проведення розрахунку теплонавантаження на основні поверхні нагріву топки необхідно навести визначальні величини:

- температура димових газів на виході з топки – 435,0 °С;
- корисно використана кількість теплоти – 46,5 ГДж/год;
- витрата пари з котла – 45 т/год;
- тиск пари – 1,27 МПа;
- температура пари – 250 °С;
- витрата ТПВ – 15 т/год;
- нижча теплота згоряння ТПВ – 6,3 МДж/кг;
- витрата повітря в топку для горіння – 45000 нм³/год;
- витрата димових газів з топки – 56000 нм³/год;
- коефіцієнт надлишку повітря – 1,8;
- втрати теплоти з механічним недопалом – 15 %;
- втрати теплоти з відхідними газами – 14 %;
- втрати теплоти в навколишнє середовище – 3 %;
- сумарні втрати – 32 %.

Таблиця 3.3 – Результати теплового розрахунку поверхонь нагріву топки для режиму з використанням ТПВ середньої калорійності

Найменування величини	Одиниці виміру	Пароперегрівач	Випарний пучок		Водяний економайзер
			I	II	
1	2	3	4	5	6
Поверхня, що обтікається	м ²	-	10,38	10,38	8,13
Температура на вході	°С	700	435	365	295

Продовження табл. 3.3

1	2	3	4	5	6
Температура на виході	°C	435	365	295	185
Швидкість (димові гази)	м/с	3,1	5,5	4,9	5,27
Поверхня обігріву	м ²	0,0565	-	-	0,0128
Кількість змійовиків	шт.	54	-	-	26
Температура на вході (теплоносій)	°C	193	193	193	130
Температура на виході (теплоносій)	°C	250	193	193	193
Швидкість (теплоносій)	м/с	18,8	-	-	-
Коефіцієнт теплопередачі (димові гази)	Вт/м ² *°C	581,5	-	-	-
Коефіцієнт теплопередачі (теплоносій)	Вт/м ² *°C	37,8	34	29	43,1
Температурний напір	°C	328	207	137	73
Напрямок руху	ПРОТИТОЧНИЙ				
Теплова потужність	МВт	1,05	1,56	1,86	2,41
Поверхня необхідна	м ²	107	284	476	765
Поверхня інстальована	м ²	107	331	567	1110

Провівши повірочний тепловий розрахунок котельного агрегату для двох режимів його роботи (ТПВ з номінальною та з середньою нижчою теплотою згорання) порівнявши інстальовані та проектні (необхідні) площі поверхонь нагріву основних елементів котла можна зробити висновок про можливість роботи котельних агрегатів ЧКД «Дукла» при таких параметрах ТПВ.

3.3 Обладнання екологічного спрямування. Електрофільтри

Електрофільтр - це газоочисний апарат вражаючі дії яких засновані на використанні явища іонізації газу за допомогою коронного розряду призначений для очищення від пилу газів після сміттєспалювального котла ЧКД «Дукла» на філії заводу «Енергія».

Електрофільтр працює надійно і безперебійно в великому діапазоні навантажень забезпечує ефективну очистку газу відходить від технологічного агрегату.

Електрофільтр повинен експлуатуватися з робочими параметрами при дотриманні встановленого оптимального режиму експлуатації обумовленого виробничими

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інструкціями і правилами які відображають рекомендації науково-дослідних проектних і пусконаладжувальних організацій а також заводу-виготовлювача.

Обслуговуючий персонал в ході експлуатації електрофільтру оперативний журнал який заносить основні показники характеризують роботу електрофільтру спостерігаються відхилення від встановленого оптимального режиму виявлення несправності а також відключення war або висновок з роботи із зазначенням причин та вжитих заходів

Дія електрофільтру заснована на іонізації газу, тобто розщепленні його молекул на позитивно і негативно заряджені іони. Газ можна іонізувати в просторі між двома електродами, до яких підведено електричний струм. Під дією електричного поля в газі утворюються іони і вільні електрони, завдяки руху яких через газ починає протікати струм.

Якщо підвищити різниця потенціалів між електродами до декількох тисяч вольт, то швидкість руху і кінетична енергія іонів і електронів настільки зростає, що при зіткненні вони розщеплюють зустрічні молекули на іони. В умовах ударної іонізації число іонів дуже різко зростає і газ повністю іонізується. При цьому спостерігається потріскування і слабе світіння газу ("корона") навколо провідника, який носить назву короніруючого електрода. Іони і електрони, що мають той же знак, що і заряд короніруючого електрода, рухаються до протилежно зарядженого, так званому осадительному електроду.

У електрофільтрі коронуючі електроди завжди приєднуються до негативного полюса джерела струму, тому до осаджувальних електродів рухаються тільки негативні іони і вільні електрони. Приєднуючись по шляху до нейтральних молекул, електрони перетворюють їх також в негативні іони.

При русі в запиленому газі або тумані негативні іони повідомляють заряд порошинкам або крапельок рідини і захоплюють їх до осаджувальних електродів. Підійшовши до осадительному електроду, частинки пилу віддають йому свої заряди і скидаються з електрода під дією власне тяжкості або при струшуванні.

Зі збільшенням напруги понад деякої критичної величини відбуваються проскоки іскор, а потім електричний пробій і коротке замикання електродів. Щоб уникнути цього в електрофільтрах створюють неоднорідне електричне поле, напруга якого зменшується в міру віддалення від короніруючого електрода. В цьому випадку майже весь шар газу між короною і осаджувальних електродом грає роль ізоляції, що запобігає іскровий розряд між електродами. Неоднорідність поля досягається шляхом влаштування

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

електродів у вигляді проводів, поміщених по осі труб в трубчастому електрофільтрі або натягнутих між паралельними пластинами в пластинчастому електрофільтрі.

Електрофільтри працюють тільки на постійному електричному струмі, так як при змінному струмі заряджені частинки швидко змінюють напрямок свого руху, внаслідок чого частина їх не встигає осісти на електродах і виноситься з газом з електрофільтру.

Живлення електрофільтрів здійснюється постійним струмом високої напруги.

За негативної полярності струму, що підводиться до коронуючим електродам, ступінь очищення газу збільшується, тому що в цьому випадку допустимо більш високу напругу без виникнення іскрового розряду між електродами.

Процес відділення пилу в електрофільтрі залежить від її провідності. Якщо пил не проводить струму, що осів на електродах шар пилу відштовхує наближаються однойменно заряджені частинки і при напрузі в шарі, що перевищує критичне, у осадительного електрода з'являється світіння - "зворотна корона". Це явище значно погіршує процес очищення газу.

Провідність пилу зазвичай збільшують шляхом зволоження гарячого газу перед входом його в електрофільтр, не допускаючи, однак, зниження температури газу нижче точки роси. Дуже добре проводить пил миттєво віддає свій заряд і, сприймаючи заряд електрода, відштовхується від нього. При зниженні сили струму до нуля очищення повністю припиняється і відбувається так зване замикання корони.

Електрофільтр це газоочисний апарат, що складається з корпусу в якому розміщено активна частина електрофільтру склад якого для наочності приведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Склад електрофільтра ЕГ1-30-7,5-12-3-виконання 2

Найменування	Кількість
Привід для струшування ОЕ	3
Привід для струшування КЕ	6
ОЕ	81
КЕ	78
Рама підвісу	3
Тяга верхня	3
Блок струшування	6
Вал молотковий	6
Труба підвісу	3
Заземлення	3
Решітка газарозподільча нерегльована форкамери	1

Корпус електрофільтру має прямокутний перетин до кінців якого примикає дифузор для входу газу та конфузор для виходу газів, в нижній частині корпусу розташовані бункери для збору і видалення золи.

Корпус електрофільтру зовні покритий теплоізоляцією. Електрофільтр змонтований на спеціальних опорах. Конструкція електрофільтру забезпечує зручність монтажу, обслуговування та проведення необхідного ремонту.

Для заводу «Енергія» було обрано фільтри маркування ЕГ1-30-7,5-12-3-виконання 2 для вловлювання твердих часток з продуктів згоряння сміття.

Технічні характеристики фільтра приведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Основні технічні характеристики електрофільтра ЕГ1-30

Найменування параметра	Розмірність	Значення
Продуктивність по очищеному газу	м ³ /год	70000
Розрідження в електрофільтрі не більше	Па	5000
Температура газу, що очищується	°С	300
Запиленість газу	г/м ³	
вхідна		8,66
вихідна		0,05
Площа активного перерізу	м ²	67,3
Кількість електричних полів	шт.	3
Відстань між однойменними електродами	мм	345
Кількість осаджуючих електродів	шт.	81
Кількість елементів в одному електроді	шт.	5
Тип осаджувального електроду		С – 480
Сумарна площа осаджування електродів	м ²	2902
Кількість коронуючих електродів	шт.	78
Тип коронуючого елемента		спіральний
Активна довжина коронуючих електродів	м	5694

4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ВИПРОБУВАННЯ ТА ЇХ АНАЛІЗ

4.1 Опис методики випробувань та аналітичні залежності

Аналіз стану сфери поводження з побутовими відходами у м. Київ та обґрунтування необхідності проведення досліджень із визначення морфологічного складу, теплотворної здатності та зольності твердих побутових відходів (ТПВ), які постачаються на завод "Енергія"

Тверді побутові відходи (ТПВ) міста Києва характеризуються як гетерогенна суміш з великим різноманіттям механічних, фізико-хімічних та інших властивостей. Склад суміші є непередбачуваним і носить випадковий характер, оскільки до складу ТПВ можуть потрапляти різноманітні матеріали, що використовуються в побуті та на виробництві, і водночас він є прогнозованим за основними складовими. Морфологічний склад ТПВ залежить від структури об'єктів утворення ТПВ, пори року, містобудівних характеристик міста, соціально-економічних умов життя населення та його загальноосвітнього і культурного рівня, рівня матеріального забезпечення, рівня благоустрою житла та побутових умов, технології пакувальних матеріалів і тари, технології та системи оптової та роздрібної торгівлі, тощо.

ТПВ міста Києва поділяються на три основні групи [9]: змішані ТПВ (від житлового сектору та невиробничої сфери - адміністративних установ та комерційних закладів): великогабаритні відходи (ВГВ) та ремонтні відходи (БВ) (або будівельні), які утворюються в процесі поточного ремонту житла мешканцями. Для термічної утилізації на завод «Енергія» постачаються тільки змішані ТПВ.

Згідно з розпорядженням виконавчого органу Київської міської ради (Київської міської державної адміністрації) № 24163а від 29.12.2012 року «Норми надання послуг вивезення твердих побутових відходів для м. Києва на 2013-2020 роки» місця утворення ТПВ поділяються на житлові будинки (багатоквартирні та індивідуальної забудови), готелі, гуртожитки, санаторії та пансіонати, лікувально-профілактичні установи, дитячі дошкільні установи, склади, адміністративні та громадські організації, навчальні заклади, підприємства торгівлі, видовищні установи, підприємства обслуговування, заклади культури і мистецтва, залізничні вокзали, аеропорти, автовокзали, кемпінги, автостоянки, пляжі, підприємства громадського харчування.

Змішуються компоненти ТПВ починаючи зі стадії їх утворення, перевезення та закінчуючи в приймальному бункері заводу «Енергія». Під час транспортування збільшується щільність ТПВ. Щільність ТПВ в приймальному бункері заводу «Енергія» склала в середньому $0,6 \text{ т/м}^3$.

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Узагальнивши дані різних досліджень ДП «НДКТІ МГ» [12] компоненти ТПВ: папір і картон 20-30%, харчові відходи 28-45%, дерево 1,5-4%, метал чорний 1,5-4,5%, метал кольоровий 0,2-0,3%, текстиль 4-7%, кістки 0,5-1,5%, скло шкіра, гума, взуття 1-4%, каміння, фаянс 1-3%, пластмаси 1,5-5%, кошторисів (фракцією до 15 мм) 7-18%, не класифіковані відходи 1-3%. У деяких випадках в класифікацію доцільно включати категорію «садові відходи» та «зелені відходи».

Відомо, що морфологічний склад ТПВ значно змінюється в різних кліматичних умовах (табл. 4.1). У південних регіонах характерно більший вміст харчових відходів, а північних - менший.

Досвід показує, що з плином часу склад ТПВ дещо змінюється. Постійно збільшується вміст паперу і полімерних матеріалів (упаковка), в середньому на 5% (за обсягом) на рік.

Морфологічний склад ТПВ значною мірою залежить від погодних умов, сезону року, ступеня благоустрою житлових будинків, рівня життя населення.

За морфологічним складом ТПВ міста Києва поділяють на: харчові відходи, папір, картон, деревин, текстиль, полімерні матеріали (пластмаса, полімерна плівка, ПТФ-пляшки), шкіра, гума, кераміка, скло, метали (чорні і кольорові) тощо.

Таблиця 4.1 – Морфологічний склад ТПВ для різних кліматичних зон, % по масі

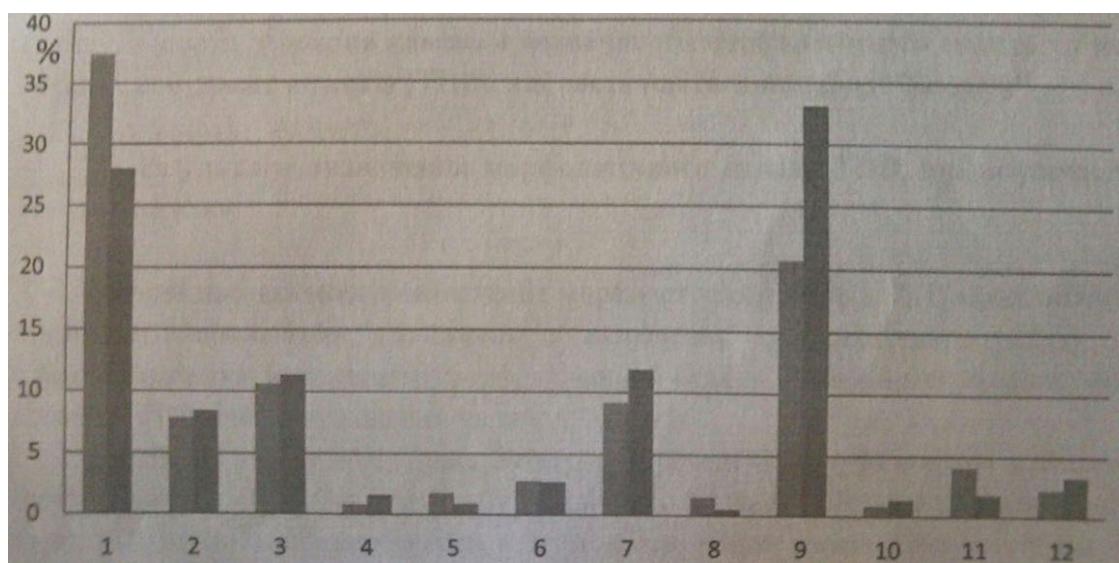
Найменування ТПВ	ком-ту	Кліматична зона		
		Середня	Південна	Північна
Папір, картон		25-30	20-28	21-24
Харчові відходи		30-38	35-45	28-36
Дерево		1,5-3	1-2	2-4
Чорний метал		2-3,5	1,5-2	3-4,5
Кольоровий метал		0,2-0,3	0,2-0,3	0,2-0,3
Текстиль		4-7	4-7	5-7
Кістки		0,5-2	1-2	2-4
Скло		5-8	3-6	6-10
Шкіра, гума		1-4	1-3	3-7
Каміння		1-3	1-2	1-2
Пластмаса		2-5	1,5-2,5	2-4
Відходи, що не класифікуються		1-2	1-2	1-3
Змет (менше 15мм)		7-13	10-18	7-13

На рисунку 4.1 наведений усереднений склад ТПВ в Харківському районі м. Києва.

В ТПВ міста Києва, які надходять на завод «Енергія», присутні горюча та негорючі компоненти, які впливають на їх теплотворну здатність та зольність.

Завод «Енергія» виробляє теплову енергію за рахунок спалення ТПВ та постачає альтернативну енергію на опалення та підігрів води частині житлового масиву Позняки.

ТПВ міста Києва, що приймаються на завод «Енергія» є альтернативним джерелом енергії та має не постійний склад компонентів, що впливає на його калорійність, як енергоносія.



1 – харчові відходи, 2 – папір, 3 – полімери, 4- багатошарова упаковка, 5 – дерево, 6 – текстиль, 7 – скло, 8 – шкіра, 9 – гума, 10 – небезпечені відходи, 11 – будівельні відходи, 12 - метали

Рисунок 4.1 – Усереднений морфологічний склад ТПВ в Харківському районі м. Києва

Для того, щоб визначити, як змінюється калорійність ТПВ за сезонами року були проведені дослідження морфологічного складу, теплоти згорання та зольності.

Дослідження проводилися за узгодженням із замовником морфологічним складом ТПВ:

- 1) харчові відходи (овочі, фрукти, відходи садівництва тощо);
- 2) папір та картон;
- 3) полімери (пластик, пластмаси);
- 4) скло та кераміка;
- 5) метали;

- 6) текстиль;
- 7) деревина;
- 8) гума та шкіра;
- 9) залишок твердих побутових відходів після вилучення компонентів (дрібне будівельне сміття, каміння, вуличний змет тощо).

4.2 Результати визначення морфологічного складу ТПВ, які постачаються на завод «Енергія»

Натурні дослідження з визначення морфологічного складу ТПВ проводились згідно Методології проведення досліджень з визначення морфологічного складу, теплоти згоряння наважки визначеного морфологічного складу та зольності твердих побутових відходів (ТПВ), які постачаються на завод "Енергія".

В період з квітня по грудень 2016 року проведені натурні польові дослідження на території заводу «Енергія». Всього було відібрано 57 проб ТПВ вагою не менше, ніж 50 кг кожна. Первинні дані реєстрували в протоколах згідно вимог Технічного завдання та Методології проведення досліджень з визначення морфологічного складу, теплоти згоряння наважки визначеного морфологічного складу та зольності твердих побутових відходів (ТПВ), які постачаються на завод "Енергія".

Узагальнені дані натурних вимірювань морфологічного складу твердих побутових відходів (ТПВ), які постачаються на завод "Енергія" в період з квітня по жовтень 2018 року наведні в таблиці 4.2 та на рис. 4.2.

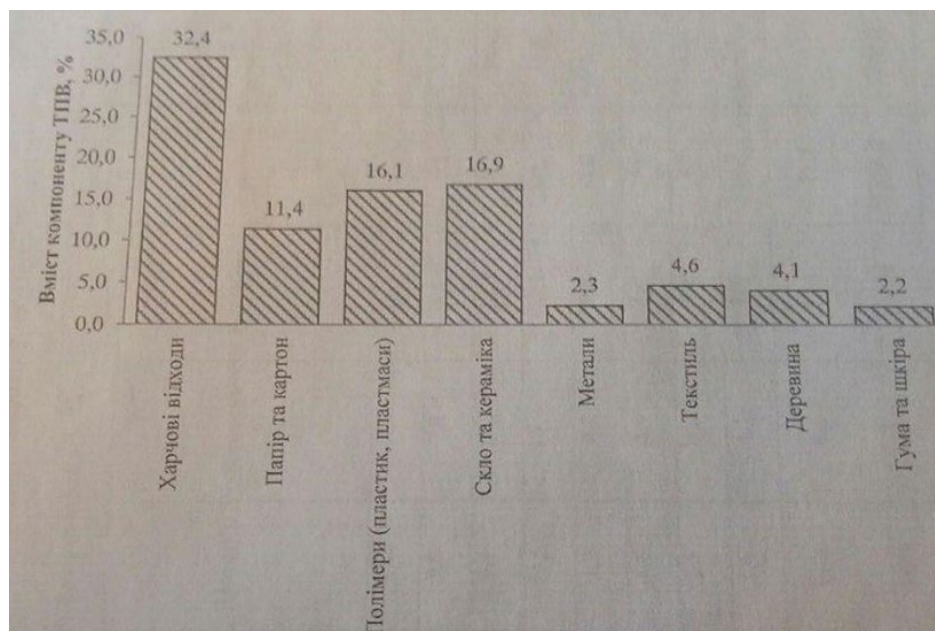


Рисунок 4.2 – Усереднений морфологічний склад твердих побутових відходів, які постачаються на завод «Енергія» з Харківського району в період з квітня по грудень 2018 року

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Таблиця 4.2 – Узагальнений морфологічний склад ТПВ з Харківського району за квітень-грудень 2018 року

Найменування компоненту	Вміст компоненту в пробах (за масою), %									Середній за масою вміст, %
	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	
Харчові відход	42,1	37,5	36,1	29,46	27,8	45,2	22,7	19,7	27,0	32,4
Папір та картон	14,4	12,4	13,2	19,0	9,1	9,6	7,2	8,6	9,1	11,4
Полімери	17,6	16,2	11,8	16,6	16,5	9,1	18,8	18,3	21,5	16,1
Скло, кераміка	13,6	16,3	19,9	23,4	11,7	14,5	16,7	16,7	20,7	16,9
Метали	1,4	1,3	1,3	0,9	2,0	1,2	6,3	6,3	1,0	2,3
Текстиль	2,9	3,1	2,9	2,0	9,2	4,6	7,2	7,2	4,0	4,6
Деревина	2,7	2,6	2,5	0,85	5,9	2,3	7,6	7,6	2,8	4,1
Гума та шкіра	1,1	1,3	1,13	0,7	4,9	1,6	1,7	1,7	2,7	2,2
Залишок	4,2	9,3	11,2	7,1	13,0	11,9	13,8	13,8	11,2	10,1

Результати досліджень свідчать, що найбільший вміст в загальній масі змішаних ТПВ за період натурних досліджень мають вологі харчові відходи (овочі, фрукти, відходи садівництва, тощо), які складають у середньому 32,4 %. Несортований та неклаифікований залишок твердих побутових відходів після вилучення компонентів складає 10,1%. Загальний вміст горючих компонентів – 70,7%.

Для визначення морфологічного складу ТПВ проби для натурних замірів відбирались зі сміттевозів, які вивозять ТПВ з різних районів міста Києва. Усереднені дані досліджень морфологічного складу ТПВ з різних районів міста Києва за період з квітня по жовтень наведені на рисунках 4.3-4.13.

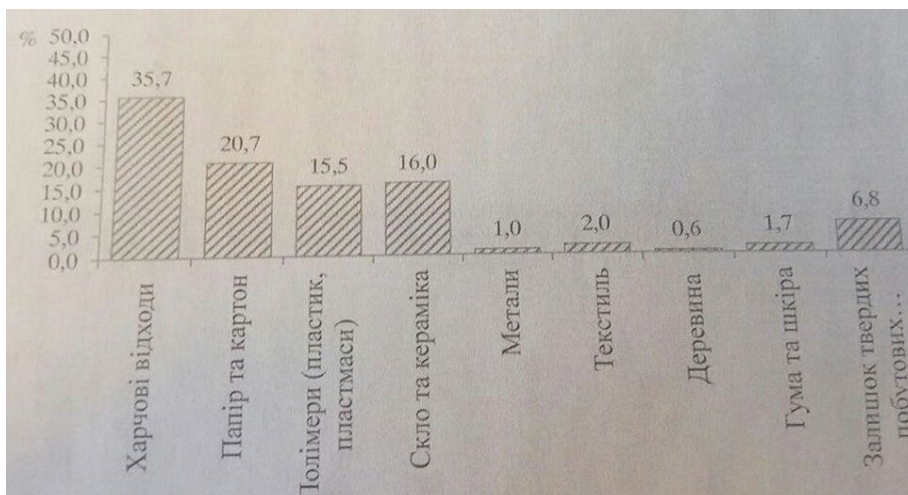


Рисунок 4.3 – Усереднений морфологічний склад ТПВ, які постачаються на завод «Енергія» з Харківського району

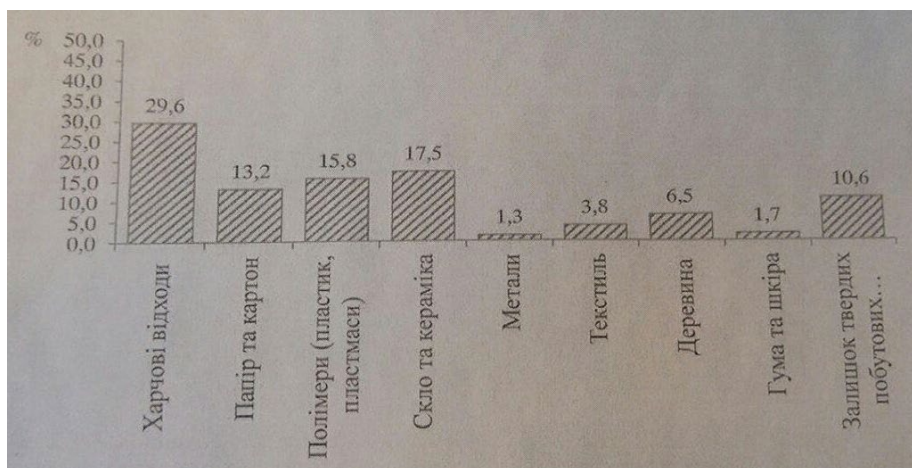


Рисунок 4.4 – Усереднений морфологічний склад ТПВ, які постачаються на завод «Енергія» з Шевченківського району

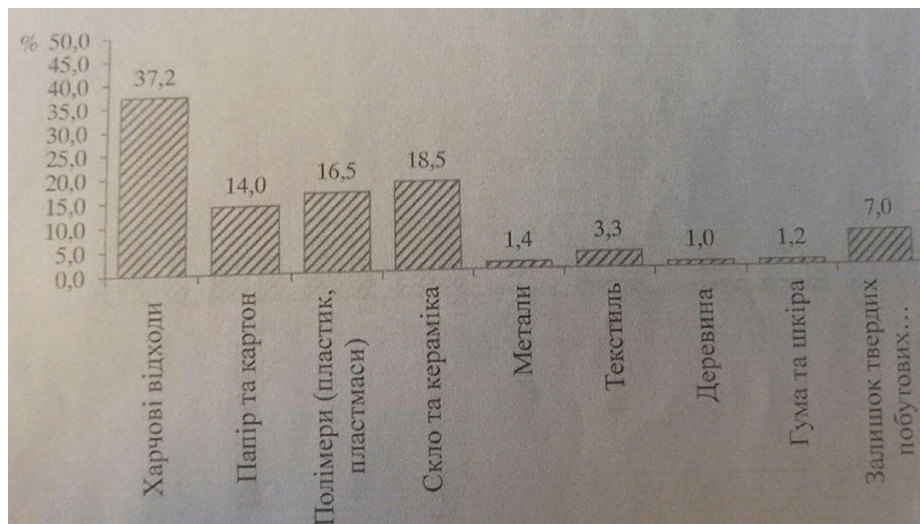


Рисунок 4.5 – Усереднений морфологічний склад ТПВ, які постачаються на завод «Енергія» з Солом'янського району

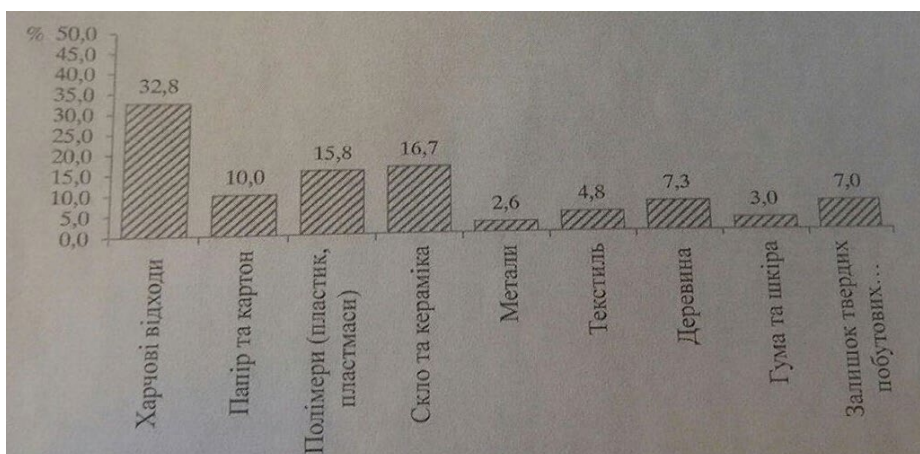


Рисунок 4.6 – Усереднений морфологічний склад ТПВ, які постачаються на завод «Енергія» з Дніпровського району

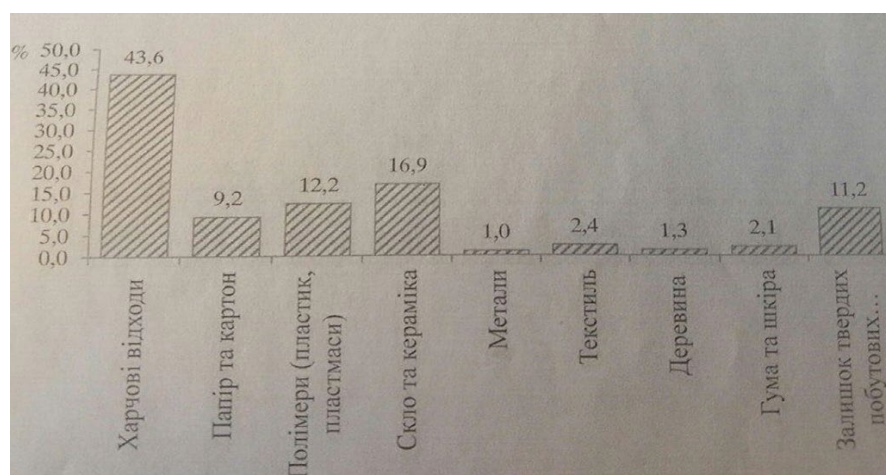


Рисунок 4.7 – Усереднений морфологічний склад ТПВ, які постачаються на завод «Енергія» з Дарницького району

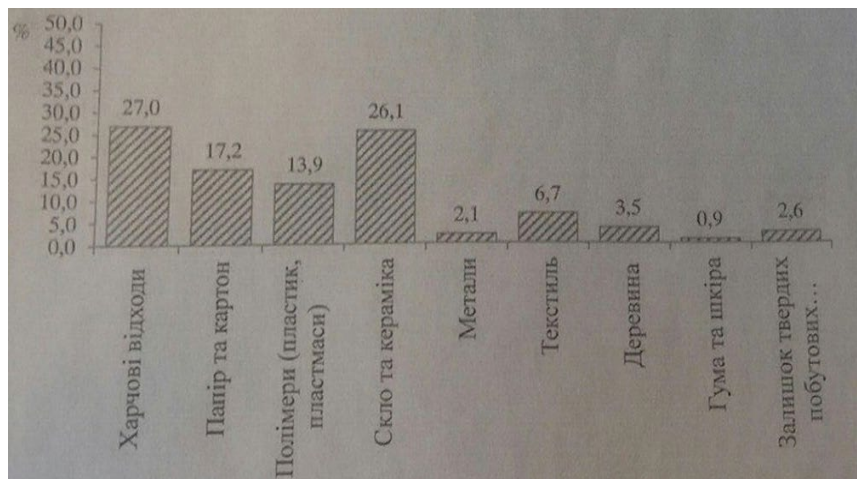


Рисунок 4.8 – Усереднений морфологічний склад ТПВ, які постачаються на завод «Енергія» з Оболонського району

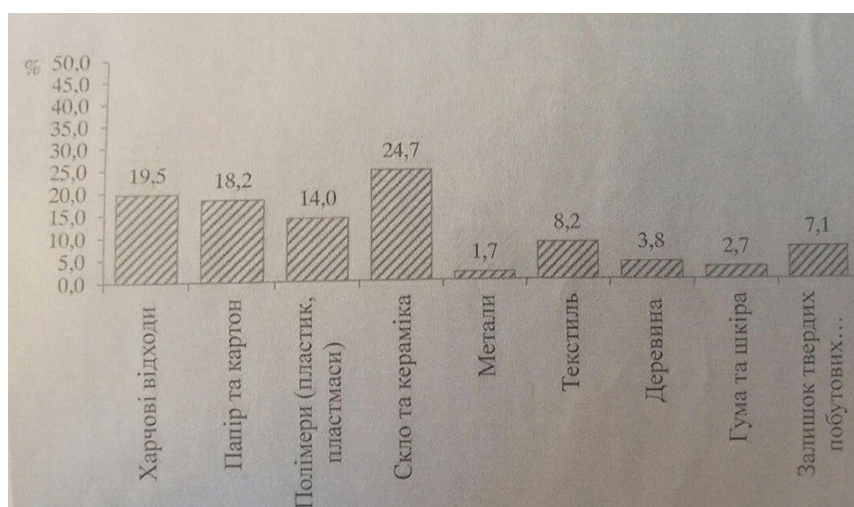


Рисунок 4.9 – Усереднений морфологічний склад ТПВ, які постачаються на завод «Енергія» з Святошинського району

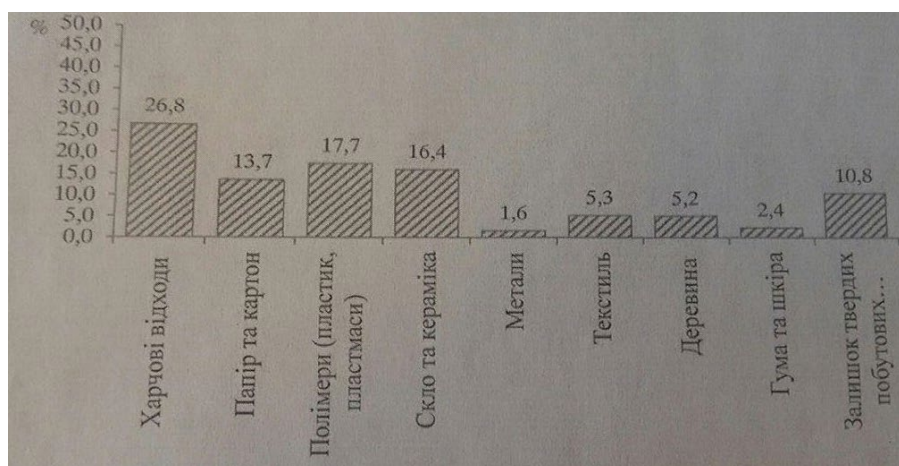


Рисунок 4.10 – Усереднений морфологічний склад ТПВ, які постачаються на завод «Енергія» з Голосіївського району

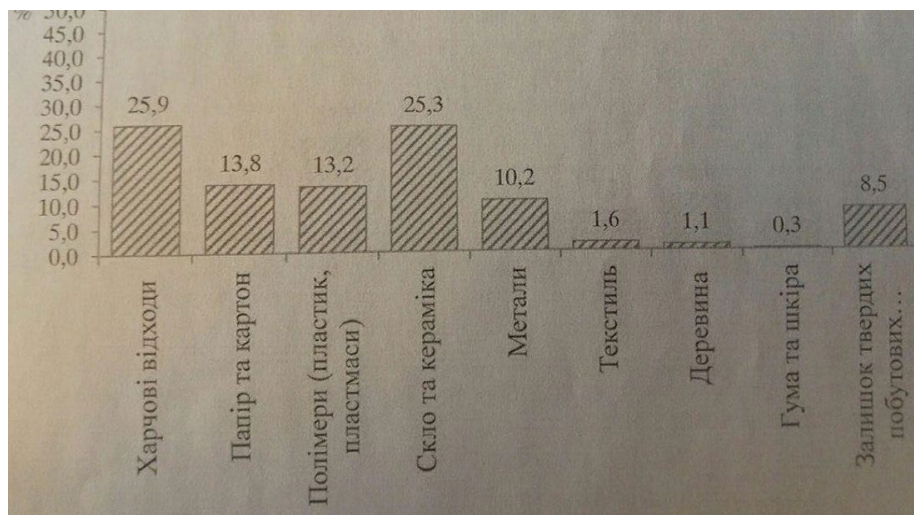


Рисунок 4.11 – Усереднений морфологічний склад ТПВ, які постачаються на завод «Енергія» з Печерського району

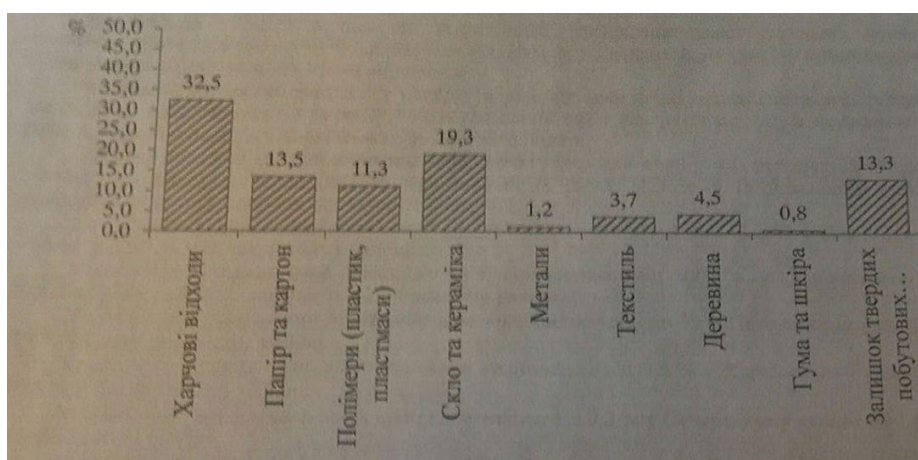


Рисунок 4.12 – Усереднений морфологічний склад ТПВ, які постачаються на завод «Енергія» з Подільського району

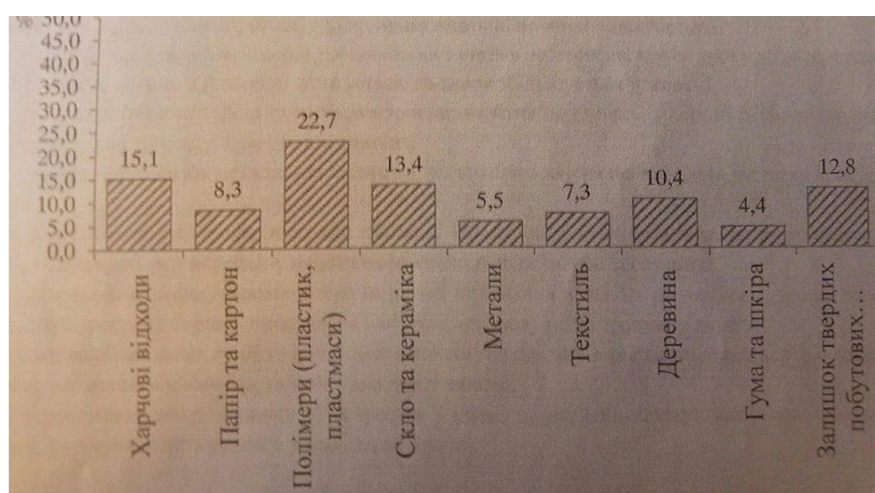


Рисунок 4.13 – Усереднений морфологічний склад ТПВ, які постачаються на завод «Енергія» з Деснянського району

4.3 Результати випробувань та висновки

З рисунків 4.3-4.13 видно, що усереднений процентний вміст харчових відходів коливається від 15,1% до 43,6 %, мінімальна кількість їх у Деснянському районі, максимальна - у Дарницькому районі міста Києва відповідно.

Усереднений процентний вміст паперу та картону практично однаковий у всіх районах міста, та коливається від 8,3% до 20,7%, мінімальний вміст паперу та картону в Деснянському районі, максимальний - у Харківському районі відповідно.

Усереднений процентний вміст полімерів практично однаковий у всіх районах. Вміст його коливається під 11,3 % до 22,7%. Найменший їх вміст 11,3 % у Подільському районі, максимальний у Деснянському районі.

Усереднений процентний вміст скла та кераміки коливається від 12,2% у Дарницькому районі до 26,1 % у Оболонському районі.

Усереднений процентний вміст металів коливається від 1,0 % у Дарницькому районі до 10,2% у Печерському районі.

Усереднений процентний вміст текстилю коливається від 1,6% у Печерському районі до 8,2 % у Святошинському районі.

Усереднений процентний вміст деревини коливається від 0,6% у Харківському районі до 10,4 % у Деснянському районі.

Усереднений процентний вміст гуми коливається від 0,3 % у Печерському районі до 4,4% у Деснянському районі.

Усереднений процентний вміст залишку ТПВ коливається від 2,6% у Оболонському районі до 13,3% у Подільському районі.

Проаналізувавши динаміку компонентів ТПВ у складі проб можна зробити наступні висновки:

- усереднений процентний вміст харчових відходів зменшується з квітня по серпень, та різко зростає у вересні місяці, а потім знову починає знижуватися;
- усереднений процентний вміст паперу та картону у квітні – червні має незначні коливання, у липні - збільшується, а з серпня по жовтень починає знижуватися;
- усереднений вміст полімерів зменшується з квітня по червень, потім знову збільшується у липні та серпні місяці, а у вересні знижується, та знову збільшується у жовтні;
- усереднений вміст скла та кераміки зростає з квітня по липень, у серпні різко знижується та знову починає зростати з серпня по жовтень;
- усереднений вміст металів має незначні коливання з квітня по вересень, та різко зростає в жовтні;

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

- усереднений вміст текстилю має незначні коливання з квітня по липень, різко зростає у серпні, та знижується у вересні, у жовтні спостерігається незначне зростання;
- усереднений вміст деревини має незначні коливання з квітня по червень, знижується в липні, різко зростає у серпні, знижується у вересні, та знову різко зростає у жовтні;
- усереднений вміст гуми та шкіри має незначні коливання з квітня по липень, різко зростає у серпні, знижується у вересні, та знову зростає у жовтні;
- усереднений вміст залишку ТПВ зростає з квітня по червень. знижується у липні, зростає у серпні, та починає знижуватися у вересні та жовтні.

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Вивчення й вирішення проблем, пов'язаних із забезпеченням здорових і безпечних умов праці людини – одне з найважливіших завдань у всіх сферах діяльності людини.

Вивчення й виявлення можливих причин виробничих нещасних випадків, професійних захворювань, аварій, вибухів, пожеж, і розробка заходів і вимог, спрямованих на усунення цих причин дозволяють створити безпечні й сприятливі умови для праці людини. Комфортні й безпечні умови праці – один з основних факторів, що впливають на продуктивність і безпеку праці, здоров'я робітників.

Охорона праці - система забезпечення безпеки життя й здоров'я працівників у процесі трудової діяльності, що включає правові, соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні, лікувально-профілактичні, реабілітаційні й інші заходи. Всі норми трудового права спрямовані на захист інтересів всіх працюючих, на забезпечення умов праці, безпечних для життя й здоров'я робітників.

Поліпшення умов праці приводить до збільшення продуктивності, якості продукції, що випускається, підвищення трудової дисципліни, зниження плинності кадрів, зменшення числа аварій, травматизму і профзахворювань, а також зв'язаних з цим економічних втрат.

Метою даного розділу буде аналіз умов праці в приміщенні котельні та розробка комплексу заходів для поліпшення умов.

В даному дипломному проекті запропоновано технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації енергетичного і технічного устаткування котельні, а також технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії і розглянуті питання з пожежної безпеки.

5.1 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки праці при експлуатації енергетичного і технологічного устаткування котельні

При виконанні монтажних і ремонтних робіт, при реконструкції котельної та при експлуатації її обладнання необхідно дотримуватись вимоги в сфері охорони праці.

На ділянці, де ведуться монтажні роботи не виконуються інші роботи.

Забороняється підйом збірних залізобетонних конструкцій, що не мають монтажних петель або міток, що забезпечують їхнє правильне стропування й монтаж.

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Застосовувані способи стропування елементів конструкцій і устаткування забезпечують їхню подачу до місця установки в положенні, близькому до проектного.

Елементи конструкцій які монтуються або встаткування під час переміщення утримуються від обертання й розгойдування гнучкими відтягненнями.

Устаткування й трубопроводи звільнені від вибухонебезпечних, горючих і шкідливих речовин.

При виконанні монтажних робіт для закріплення технологічного й монтажного оснащення використовуються устаткування й трубопроводи, а також технологічні й будівельні конструкції після узгодження з особами, відповідальними за правильну їхню експлуатацію.

Розпакування й розконсервація устаткування яке підлягає монтажу, виконуються в зонах, відведених відповідно до проекту виробництва робіт, і здійснюється на спеціальних стелажах або підкладках висотою не менш 100мм.

При розконсервації устаткування не допускається застосування матеріалів із пожежонебезпечними властивостями.

У процесі виконання складальних операцій, сполучення отворів і перевірка їхнього збігу в деталях, які монтуються, виконується з використанням спеціального устаткування. Перевіряти збіг отворів в деталях, які монтуються, пальцями рук не допускається.

При монтажі устаткування повинна бути виключена можливість мимовільного або випадкового його включення.

При переміщенні устаткування відстань між ними і виступаючими частинами змонтованого устаткування або інших конструкцій повинні бути по горизонталі не менш 1м, по вертикалі - 0,5м.

5.1.1 Заходи по забезпеченню безпечної експлуатації основного і допоміжного устаткування котельні

Основне й допоміжне устаткування розміщається в призначеному приміщенні. Проектом передбачені нормативні проходи для обслуговування устаткування. Для обслуговування трубопроводів і арматури водогрійних котлів передбачені площадки на відмітці 2,0 м.

Відстань між елементами устаткування, а також між устаткуванням і стінами приміщень приймається більше 1 м. Ширина основного проходу дорівнює 2 м.

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Висота від підлоги до низу виступаючих конструкцій у місцях регулярного проходу персоналу, обслуговування трубопроводів і арматур водогрійних котлів становить 2м.

Для забезпечення нормальних умов експлуатації устаткування котельні проектом передбачається установка контрольно-вимірювальних приладів, запобіжних пристроїв і запірної арматури.

Устаткування й трубопроводи з температурною більше +45С теплоізолювані й пофарбовані в відповідні кольори згідно з вимогами. Всі струмоприймачі заземлені відповідно вимогам розділу ПУЕ-2017.

Системи контролю, автоматизації й дистанційного керування роботою основного технологічного устаткування дозволяють:

- одержати своєчасну інформацію про порушення технологічного процесу;
- аварійно відключати устаткування;
- захищати обслуговуючий персонал.

Водогрійні котли обладнані автоматикою безпеки, що забезпечує зупинку подачі газу при відхиленні показника від норми:

- зникнення напруги живлення;
- підвищення температури води в котлі;
- зниження розрідження в топці;
- погашення полум'я у пальниках.

Для припинення або зміни подачі води і газу на всіх трубопроводах установлюються засувки й вентиля. Арматури встановлені в місцях, зручних для обслуговування й ремонту. Засувки й вентиля, що вимагають для відкриття більших зусиль, забезпечені обвідними лініями, механічними приводами.

Горизонтальні ділянки паропроводів укладаються з ухилом 0,002⁰ з забезпеченням дренажу.

Рухливі частини устаткування закриті захисними кожухами.

Компенсація теплових розширень трубопроводів здійснюється П-подібними компенсаторами.

5.1.2 Заходи, які передбачені проектом, по забезпеченню безпечної експлуатації електрообладнання котельні

Проектом передбачається використання на котельні для електроживлення основного й допоміжного устаткування чотири провідної трифазної (380/220В) мережі із глухозаземленою нейтраллю (системи заземлення TN-C).

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Живлення електрообладнання котельні здійснюється від двох незалежних джерел живлення.

По ступені небезпеки ураження персоналу електричним струмом приміщення котельні відносяться до особливо небезпечних, бо є декілька факторів підвищеної небезпеки:

- наявність струмопровідних підлог;
- дотик людини до металевих корпусів електроустаткування.

Тяжкість враження електричним струмом залежить від цілого ряду факторів: значення сили струму, електричного опору тіла людини й тривалості протікання через нього струму, роду й частоти струму, індивідуальних властивостей людини й умов навколишнього середовища.

Основним фактором, що обумовлює той або інший ступінь ураження людини, є сила струму. Найбільша небезпека виникає при безпосередньому проходженні струму через життєво важливі органи людини..

Найпоширенішими технічними засобами захисту є захисне заземлення і занулення. Організаційні й технічні заходи щодо забезпечення електробезпеки полягають, в основному, у відповідному навчанні, інструктажі й допуску до роботи осіб, що пройшли медичний огляд і виконанням ряду технічних заходів при проведенні робіт з електроустаткуванням, дотриманні додаткових вимог при роботах із частинами, що перебувають під напругою.

5.1.2.1 Технічні рішення по запобіганню електротравм при дотику до нормально струмоведучих частин електрообладнання (при нормальному режимі їх роботи).

Зовнішні електропроводки виконані на відстані від підлоги: 2,5 метрів над робочим місцем; 3,5 метрів над проходами; 6 метрів над проїздами.

Струмоведучі частини електроустановок ізольовані, обгороджені й розміщені в місцях недоступних для дотику до них (на недоступній висоті або в металевих шафах). Відстані між огороженнями й струмоведучими частинами 0,35 метра. Застосовуваний тип кабелів - АВВТ. Кабелі прокладаються на кабельних конструкціях і в електрозварних трубах.

Застосування малих напруг по [12]:

- номінальна напруга не більше 42В - для живлення ручного інструмента й місцевого висвітлення;
- напруга 12В - для живлення переносного ручного висвітлення;

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- проектом передбачається установка мережі розеток 12В;

норма опору ізоляції 1 кОм/В;

- застосування подвійної ізоляції: перший рівень - ізоляція корпусу щодо струмоведучих частин, другий рівень - покриття корпусу електроустановок фарбою.

У місцях підвищеної небезпеки ураження електричним струмом проектом передбачене ізолювання робочого місця персоналу шляхом застосування екранів (металеві аркуші, сітки, комбінації аркушів і сіток).

Екран повинен бути електрично-герметичний, а контактуючі поверхні його частин повинні мати антикорозійне покриття й щільно притискатися одне до одного по всій площі.

5.1.2.2 Технічні рішення по запобіганню електротравм при переході напруги на не струмоведучі частини електрообладнання

Оскільки вся мережа трифазна, чотирипровідна із глухозаземленою нейтраллю, то для усунення небезпеки ураження людини струмом, у випадку його дотику до не струмоведучих металевих частин електроустановок, які виявилися під напругою, проектом, як основна міра захисту, передбачене використання занулення металевих корпусів електроустаткування, каркасів, щитів і шаф.

Зазначена мета досягається в результаті швидкого відключення захистом ділянки мережі, на якому відбулося замкнення на корпус. У якості зануляючих проводів використовуються резервні кабелів, вільні проводи. Занулення, як захисна міра застосовується в мережах із глухозаземленою нейтраллю з напругою до 1 кВ. Контроль занулення здійснюється при введенні в експлуатацію електроустановки й періодично 1 раз в 5 років.

Для роботи з електроустаткуванням обслуговуючий персонал забезпечується діелектричними рукавичками, взуттям з гумовою підошвою, інструментом з ізольованими ручками, гумові коврики й діелектричні підставки.

5.2 Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії

5.2.1 Параметри мікроклімату в приміщенні котельні

Відповідно до ДСТ 3.3.6.042-99 під мікрокліматом виробничих приміщень розуміють клімат їхнього внутрішнього середовища, що впливають на організм людини: температура, вологість, швидкість руху повітря і теплові випромінювання.

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Норми на оптимальні і допустимі значення температури, відносної вологості і швидкості руху повітря встановлюються для робочої зони (робочого місця) приміщень у залежності від періоду року і категорії виконуваних робіт. Крім того, допустимих температур повітря встановлюють різні для постійних і непостійних робочих місць.

Поділ робіт на категорії проводиться в залежності від загальної енерговитрати організму працівника. Відповідно до характеру робіт у відзначеному приміщенні, фізичні роботи середньої важкості (категорія Пб) охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 233 - 290 Вт (201-250 ккал/год.) До категорії Пб належать роботи, що виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів та супроводжуються помірним фізичним напруженням.

Показники мікроклімату в приміщенні котельні регламентуються ДСН наведені в таблиці 5.1 окремо для холодного і теплого періодів року.

Таблиця 5.1 – Показники мікроклімату в приміщенні котельні

Період року	Параметр мікроклімату	Параметри мікроклімату відповідно ДСТ 3.3.6.042-99	
		оптимальний	допустимий
Холодний	Температура, С°	22-24	18-26
	Відносна вологість повітря, %	40-60	75
	Швидкість руху повітря, м/с	0,1	0,1
Теплий	Температура, С°	22-25	18-26
	Відносна вологість повітря, %	40-60	75
	Швидкість руху повітря, м/с	0,1	0-1

Дотримання умови мікроклімату в межах норми забезпечується: у холодний період підігрівом приміщення радіаторами з теплоносієм водою, нагрітої до температури 50-80°С, кондиціонуванням; у теплий період

Для підтримки оптимальних параметрів мікроклімату в робочій зоні приміщення котельні проектом передбачається:

- автоматизація технологічного процесу (на місцях виміру параметрів установлені датчики, які передають інформацію на щит керування);
- зменшення виділення тепла й вологи за рахунок застосування ізоляції (ізолюючі мати) і фарбування срібlistого кольору;

- опалення виробничих, побутових і допоміжних приміщень (система опалення одноконтурна з нижнім розведенням);

- видалення надлишкових тепла й вологи за рахунок вентиляції приміщень.

Основним видом вентиляції є природний повітрообмін за рахунок різниці температур.

У літній період повітря частково або повністю забирається з котельні вентилятором. У зимовий час частково із приміщень і вулиці, а при температурі -20°C повітря на горіння забирається тільки зовні будинку.

5.2.2 Захист, персоналу від виробничого шуму

У котельні джерелами шуму є вентилятори, димососи, насоси. Рівні шуму допоміжного устаткування досягають: для насосів 85- 99 дБА; для вентиляторів, димососів 86- 92 дБА; для котлів 75- 90 дБА.

Згідно з ДБН 3.3.6.637-97, нормованими параметрами є:

- припустимі рівні звукового тиску в дБ у стандартних октавних смугах частот залежно від виконуваних робіт;

- припустимі рівні звуку.

Для виробничих приміщень котельні згідно [12] припустимі рівні звуку 75 дБА; для приміщень керування, робочих кімнат 60 дБА; для кабіни спостереження й дистанційного керування з мовним зв'язком по телефоні 65 дБА.

Для зменшення шкідливого впливу шуму проектом передбачаються такі міри:

- вентилятори й димососи встановлюються за котлом у стіни будинку, найбільш віддаленої від робочих місць обслуговуючого персоналу;

- робочі місця чергового обслуговуючого персоналу котельні цехи розташовуються в окремому звукоізовлюваному приміщенні.

- для зниження рівня звукових тисків у газоході й димарі, при швидкості потоку понад 15 м/с встановлюються пластинчасті глушители шуму з напівтвердої мінеральної плити в оболонці з перфорованого аркуша.

5.2.3 Захист від виробничих вібрацій

Тривалий вплив вібрації високих рівнів на організм людини приводить до розвитку передчасного стомлення, зниженню продуктивності праці, росту захворюваності й нерідко до виникнення професійної патології - вібраційної хвороби.

Вібрація - це механічний коливальний рух системи із пружними зв'язками.

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

Вібрацію по способу передачі на людину (залежно від характеру контакту із джерелами вібрації) умовно підрозділяють на: місцеву (локальну), що передається на руки працюючого, і загальну, що передається через опорні поверхні на тіло людини в положенні сидячи(сідниці) або коштуючи (підосви ніг).

Виробничими джерелами локальної вібрації є ручні механізовані машини ударного, ударно-обертальної й обертальної дії із пневматичним або електричним приводом.

Згідно з ДБН 3.3.6.039 – 99, найбільш діючим засобом захисту людини від вібрації є усунення безпосередньо його контакту з вібруючим устаткуванням. Здійснюється це шляхом застосування дистанційного керування, промислових роботів, автоматизації й заміни технологічних операцій.

З метою профілактики несприятливого впливу локальної й загальної вібрації працюючі повинні використовувати засоби індивідуального захисту: рукавиці або рукавички (ГОСТ 12.4.002-74. "Засоби індивідуального захисту рук від вібрації. Загальні вимоги"); спецвзуття (ГОСТ 12.4.024-76. "Взуття спеціальна віднедавна").

5.3 Пожежна безпека та профілактика

Відповідно до вимог будівельних норм і правил і від характеру використовуваних у виробництві речовин і їхньої кількості проєктована котельня ставиться до виробництва категорії Г, вогнестійкість будинків котельні характеризується II ступенем вогнестійкості.

Найбільш частими причинами пожеж можуть бути:

- порушення правил пожежної безпеки;
- порушення правил зберігання горючих речовин, особливо поблизу нагрівальних приладів;
- порушення правил експлуатації електроустаткування;
- паління в не відведених для цих цілей місцях.

Вибухи й пожежі можуть відбутися при витоках газу через нещільності рознімних з'єднань газопроводів і арматур.

Загальні вимоги пожежної безпеки викладені в [11]: всі трубопроводи котельні з температурою поверхні вище 45°C ізолюють. Ізоляція виконана двошаровою: першим шаром є мінерало-ватяний, а другий покривний матеріал – фольга.

Для продувки газопроводів передбачені продувні свічі й штуцери (вибираються залежно від діаметра вихідного отвору на трубопроводі) із запірними органами й заглушками для поводження продувного агента гнучким шлангом. Обмін

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечується п'ятикратний не більш ніж за 20 хв. Продувні свічі виводяться вище даху котельні на 1 м.

Проектом реконструкції котельні передбачається установка клапана запобіжно-запірного електромагнітного газового КПЭГ Ду100 Саратовського ВАТ «Газапарат» для контролю загазованості в котельні на уведенні газопроводу в котельню, що спрацьовує при перевищенні припустимих концентрацій токсичних і вибухонебезпечних газів у приміщенні котельні.

Котельні установки постачають наступними захистами й блокуваннями: на погашення факела, відключення всіх димососів, вентиляторів, повітропідігрівників. Запалювання пальників блокується без попередньої вентиляції топлення протягом 10...15 хв, подача палива повністю припиняється при закритому повітряному шибері або відключеному вентиляторі даного пальника. Подача палива блокується при хоча б одній незакритій засувці з електроприводом у пальника.

Передбачено пристрої захисту від блискавки в будівлі, їх споруджено і встановлено.

Для розміщення первинних засобів пожежогасіння в котельні установлені спеціальні пожежні щити з набором: пінних вогнегасників ОХВП- 10-12шт.; вуглекислотних вогнегасників, ОУ- 5-3шт.; ящик з піском; щільне полотно; сокира; лом; багор; лопата. Щити розташовуються у легко доступних місцях, ближче до виходів із приміщень. На місцевому тепловому щиті кожного котла є два вуглекислотних вогнегасники ОУ- 5.

Кількість, розташування та умови зберігання вогнегасників відповідають ДСТУ 3675-98 та ISO 3941-77

У котельні влаштований протипожежний водопровід. Пожежні крани встановлені в приміщенні котельні.

Протипожежне водопостачання забезпечується наступними проектними рішеннями:

- загальна витрата води на площадці становить 10 л/с, з урахуванням потреб пожежогасіння;
- кількість одночасних пожеж – 1, тривалість гасіння пожежі – 3 години;
- пожежогасіння котельні приймається двострунним. Необхідний напір при внутрішньому пожежогасінні становить 16 м;
- пожежні крани до котельному відділенні розміщені на основних оцінках обслуговування;

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- у допоміжних, санітарно – побутових приміщеннях котельні проектом передбачена пожежна сигналізація.

Для попередження руйнування устаткування при можливому нагромадженні природного газу на металевих газоходах від каналів до димаря встановлені підривні клапани.

Для пожежної сигналізації згідно ДБНВ.2.5-56-2014 застосовані пристрої охоронної сигналізація УОТС- 1- 1 працюючі з димовими й тепловими датчиками.

Датчики встановлюються на стелі. Пристрій охоронної сигналізація встановлюється в приміщенні чергового персоналу.

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Провівши необхідні розрахунки, випробування та проаналізувавши результати роботи, можна зробити наступні висновки:

1 Котлоагрегати типу "ЧКД-ДУКЛА" № 1,2,3,4 філіалу завод «Енергія» ПАТ «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО» виконують своє призначення, спалювати несортвані ТПВ без використання природного газу.

2 ККД котлоагрегатів склав:

- котел № 1-64,1% при теплопродуктивності 28,5 МВт;
- котел № 2-63.3% при теплопродуктивності 28 МВт;
- котел № 3-61,6% при теплопродуктивності 25,5 МВт;
- котел № 4-65,7% при теплопродуктивності 27,3 МВт.

3 При використанні ТПВ відповідної теплотворної здатності, кожен котел може виробляти від 16 до 40 тон пари на годину.

4 Визначено та проаналізовано морфологічний склад твердих побутових відходів в м. Києві. Зроблено висновки про можливі варіанти теплотворної здатності ТПВ.

5 Для зниження споживання електроенергії необхідно щільніше герметизувати газоходи та електрофільтри, не допускаючи концентрацію кисню за електрофільтрами більше 14 %. Використання природного газу також призводить до збільшення споживання електроенергії.

6 Під час проведення випробувань на котлах було зафіксовано концентрації CO, SO₂, NO_x в межах встановлених норм.

7 Енергія ТПВ у всьому світі починає широко застосовуватися як альтернативне паливо.

8 Існуючий рівень техніки дозволяє перетворити сміттєспалювальні заводи в екологічно чисті підприємства.

9 Порівняльний аналіз зарубіжних технологій спалювання ТПВ з метою розробки рекомендацій про можливість і доцільність їх застосування в Україні буде покладено за мету наступних досліджень.

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Фишо Ф. О некоторых аспектах мусоросжигания. Твёрдые бытовые отходы (Россия). / Ф. Фишо // - М. , Стройиздат. – 2007.- С. 38-40.
2. Вилсон Д. Утилизация твердых отходов. / Д. Вилсон // -М.: Стройиздат. - 1981. - С. 38-40.
3. Интернет ресурс: <http://www.urfo-stroi.ru/index.php?pid=1124377388>.
4. Лебедев В.Н. Сжигание несортированных отходов – умирающая технология. Твёрдые бытовые отходы (Россия). / В. Н. Лебедев // Промышленная теплотехника. – 2007.- С. 36-48.
5. Интернет ресурс: www.cewer.eu.
6. Решкин Е. П. Основные вопросы проектирования систем по переработке твёрдого мусора / Е. П. Решкин// Энергия. - 1979. –С. 154-170.
7. J. Stubenvoll. Stand der Technik bei Abfallverbrennungsanlagen. Studie im Auftrag des Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft./ Stubenvoll J., Böhmer S., Szednyj I. // Wien. – 2002.- P. 130-144.
8. А.Н. Тугов. Комплекс работ по освоению и наладке процессов термической переработки твердых бытовых отходов/ Тугов А.Н., Литун Д.С., Эскин Н.Б. //Электрические станции. -2001, № 7. -С. 19-26.
9. Методические указания по проведению контрольных испытаний по термической переработки твердых бытовых отходов/ -М. ВТИ.- 2001. – С. 15-22.
10. Solid Waste Management in the World's Cities / Forthcoming UN-HABITAT Report. -2009. –P. 11-17.
11. Интернет ресурс: <https://www.iea.org/policiesandmeasures/renewableenergy/>.
12. Интернет ресурс: <https://www.wihrg.com/>.
13. Untapped potential / Waste Management World Conference - 2008. P.46-48.
14. Municipal Solid Waste Factsheet. / Center for Sustainable Systems, University of Michigan. -2009. – P 34-39.
15. Интернет ресурс: <https://www.eea.europa.eu/>.
16. А.Н. Тугов, М.А. Изюмов, В.М. Супранов ВТИ. Конструкции котлов для сжигания твердых бытовых отходов и специфика их теплового расчета/ Электрические станции. – 2002. – С. 33-69.

					ТП 51 05 051 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ТП 51 05 051 ПЗ	Пояснювальна записка	78	
3	A1	ТП 51 05 051 001 ВЗ	Електрофільтр	1	
4	A1	ТП 51 05 051 002 ВЗ	Котельний агрегат	1	
5	A1	ТП 51 05 051 003 ОВ	Теплова схема	1	

				ТП 51 05 051		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Студент	Колесніков О.			Відомість дипломного проекту	Аркуш	Аркушів
Керівн.	Варламов Г. Б.					1
Консуль					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ТЕФ, каф. ТПТ, гр. ТП - 51	
Н.контр						
Зав.каф.	Варламов Г. Б.					

Інтернет + Бібліотека

94.27% Оригінальність	5.73% Схожість	160 Джерела
-----------------------	----------------	-------------

Джерела з Інтернет : 1 джерело знайдено

1. http://4ua.co.ua/life/tb2bd78a4c43b88521306d26_0.html	1.71%
2. http://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/25676/1/Zhylezko_magistr.pdf	1.63%
3. https://library.kiwix.org/wikipedia_uk_all_nopic_2018-07/A/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%..	0.51%
4. https://www.wikizero.com/uk/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%...	0.51%
5. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%...	0.51%
6. https://mylektsii.ru/7-63418.html	0.39%
7. https://infopedia.su/16x57ef.html	0.39%
8. http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/TF009034.html	0.22%
9. http://parusconsultant.com/?doc=06AAB33A1	0.22%
10. http://cons.parus.ua/map/doc/06AAB33A1/Pro-zatverdzhennya-Metodichnikh-rekomendatsii-z-vi...	0.22%
11. http://stud.wiki/ecology/2c0b65625a3bd78a5d53b89421316c27_0.html	0.21%
12. http://ecology-lectures.ru/inzhenerna-ekologiya/sklad-vlastivosi-i-obsyag-pobutovih-vidhodiv	0.21%
13. http://ukrefs.com.ua/page,4,195719-K-l-k-st-verdih-pobutovih-v-dhod-v-yaka-vid-lya-t-sya-v-pobu...	0.21%
14. http://dspace.knau.kharkov.ua/jspui/bitstream/123456789/95/1/%D0%97%D0%BD%D0%B5%D1...	0.21%
15. https://studall.org/all2-69755.html	0.21%
16. https://knowledge.allbest.ru/ecology/2c0b65625a3bd78a5d53b89421316c27_0.html	0.21%
17. https://www.bestreferat.ru/referat-217143.html	0.19%
18. https://works.doklad.ru/view/MgzEjN8Pdk4/6.html	0.19%
19. https://lektsii.com/1-35711.html	0.19%
20. https://uchil.net/?cm=20135	0.19%
21. http://refeteka.ru/r-120611.html	0.13%
22. http://bukvar.su/jekologija/198555-Ekolog-chn-problemi-promislovih-ta-pobutovih-v-dhod-v.html	0.13%
23. https://www.bestreferat.ru/referat-120611.html	0.13%
24. http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/12102/1/7_%D0%9E%D0%A1%D0%9E%D0%91%D0%9B%D...	0.13%
25. http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/142366/12-Sigal.pdf?sequence=1	0.13%
26. http://ekon.in.ua/elektrofiletri--tiristorni-puskachi--kozlivi-krani--portaleni.html	0.13%
27. https://lubbook.org/book_538_glava_11_Tema_11_Formi_organ%D1%96za%D1%81%D1%96%...	0.12%
28. https://2dip.su/%D1%80%D0%B5%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%8B/852102	0.12%
29. https://helpiks.org/6-87309.html	0.11%
30. https://credo.pro/2015/05/134982	0.1%
31. https://laltacampagna.guidoferrario.org/2019/04/03/rammstein-deutschland-testo-originale-e-traduz...	0.1%
32. https://www.wevelgem.be/sites/wevelgem/files/assets/jeannine/n_seniorbijet.pdf	0.1%
33. https://credo.pro/2009/03/451	0.1%
34. https://credo.pro/2011/04/43803	0.1%

 Схожість

 Схожість з обраним джерелом

 Заміна літер абетки

 Цитата

 Посилання